STEVEN SPIELBERG DIGITAL YIDDISH LIBRARY

NO. 04394

ASTRONOMYE

Abraham S. Caspe

NATIONAL YIDDISH BOOK CENTER

AMHERST, MASSACHUSETTS

NATIONAL YIDDISH BOOK CENTER
AMHERST, MASSACHUSETTS
413 256-4900 | YIDDISH@BIKHER.ORG
WWW.YIDDISHBOOKCENTER.ORG

•

MAJOR FUNDING FOR THE
STEVEN SPIELBERG DIGITAL YIDDISH LIBRARY
WAS PROVIDED BY:

Lloyd E. Cotsen Trust
Arie & Ida Crown Memorial
The Seymour Grubman Family
David and Barbara B. Hirschhorn Foundation
Max Palevsky
Robert Price
Righteous Persons Foundation
Leif D. Rosenblatt
Sarah and Ben Torchinsky
Harry and Jeanette Weinberg Foundation
AND MEMBERS AND FRIENDS OF THE
National Yiddish Book Center

•

The *goldene pave*, or golden peacock, is a traditional symbol
of Yiddish creativity. The inspiration for our colophon comes from
a design by the noted artist Yechiel Hadani of Jerusalem, Israel.

The National Yiddish Book Center respects the copyright and intellectual property rights
in our books. To the best of our knowledge, this title is either in the public domain
or it is an orphan work for which no current copyright holder can be identified.
If you hold an active copyright to this work – or if you know who does –
please contact us by phone at 413-256-4900 x153, or by email at digitallibrary@bikher.org

אסטראנאמיע

דיא גרעסטע ענטדעקונג פון

סיר אייזאק ניוטאן.

מערפאסט פון

דר. אב. קאספע.

Copyright by the International Library Publishing Co., 1900.

אינהאלט.

זייטע.
דיא ענטוויקלונג פון אסטראָנאָמיע.................3
ווארום דרעהט זיך דיא לבנה און דיא פּלאַנעטען אין רעדלעך?..................................18
דיא צוציהונגס־קראַפט און וויא זיא ווערט געמאָסטען....34
בעווייזע, אז דיא ערד דרייט זיך.................50

דיא ענטוויקלונג פון אֶסטראנאמיע.

ענגלאנד מאָג ווירקליך שטאָלצירען מיט דעם וואָס זיא האָט דער מענשהייט געשאָנקען אזעלכע צוויי מענער וויא ניוטאָן און שעקספיר, אזעלכע צוויי קרעפטיגע און מעכטיגע גייסטער וואָס וועלען לעבען אזוי לאנג וויא מענשען וועלען עקזיסטירען אויף דער ערד.

ניוטאָן'ס ווערקע וועלען ניט פערגעסען ווערען אזוי לאנג וויא דעם מענשען'ס געדאנק וועט ניט אויפהערען צו שטרעבען דיא ארומיגע וועלט צו לערנען, צו סארטירען און צו פארשען דיא ערשיינונגען פון דער נאטור, צו פערשטעהן און דורכצודרינגען דיא פרינציפען אָדער געזעצע וועלכע הערשען אין דיא ערשיינונגען; שעקספיר'ס פאָעטישע ווערקע וועלען אויך לעבען אזוי לאנג וויא דעם מענשענס הארץ וועט ניט אויפהערען צו קלאפען פון פערשידענע געפיהלע און פון סימפאטי מיט דיא געפיהלען און מיט דעם אינערליכען לעבען פון זיינע מיט־מענשען, אזוי לאנג וויא דער מענש וועט ניט אויפהערען ענטציקט צו ווערען פון דיא גלענצענדע שפראכע און דיא פאָלקאָמענע פאָעטישע פארמע, אין וועלכער דיא טיעפסטע בעוועגונגען פון זיין זעלע ווערען וואונדער שיין געמאָלען.

דיא מייסטע העלדען, מיט וועמען דיא וועלט־געשיכטע בעשעפטיגט זיך מעהר וויא מיט אלעמען און וועמען פעלקער שטעלען דיא שעהנסטע מאָנומענטען, קענען זיך ניט פערגלייכען מיט ניוטאנ'ען און שעקספיר'ען. געוויינליך, גיט דיא געשיכטע דעם פראָמינענטסטען פלאץ צו אזוינע מענשען וויא טהעטיגע, ענערגישע הערשער און פיהרער, אָדער גרויסע קינסטלער אין שלאכט פעלד וועלכע האָבען בעוויזען גרויסע פעהיגקייטען אין דער קונסט פון געזעצליכער מערדעריי. צו אזוינע העלדען וויא ביטרע דיפלאָמאטען, קלוגע שטאאטסלייטע א. ז. וו.

אלץ אזוינע העלדען וואָס האָבען געשפּיעלט דיא גרעסטע ראָלע ווייל זיי האָבען געוואוסט וויא צו דינען דיא אינטערעסען פון דעם אָדער יענעם פאָלק, פון דער אדער יענער הערשענדער קלאססע, פון דער אָדער יענער גרופּע מענשען אין א געוויסען פלאַץ.

דיא בעסטע פון זיי האָבען נאָר געקענט ברייגגען בעשרענקטע נוצען צו א גרעסערע אָדער א קלענערע הייפעלע מענשען, נוצען וועלכע זיינען אפט געווען פערבונדען מיט שאָדען פאר אַן אנדער טהייל פון דער מענשהייט, און געגרינדעט אויף דער ערניעדערונג פון אנדערע פעלקער. עס קען דאָך ניט געמאָלט זיין א זיעג אָהן בעזיעגטע, דער רוימישער קייזער טיטוס איז בעוואוסט און געעהרט אין רוימישער געשיכטע, אלס א זעהר גוטהערציגער קייזער, וועהרענד דיא אידען וועמעס לאנד ער האָט רואינירט און וועמעס בית המקדש ער האָט פערברענט, האסען איהם און רופען איהם טיטוס הרשע.

דאָס זעלבע איז ריכטיג וועגען פיעלע אנדערע בעליעבטע פּאָלי־טיקער, שטאאטסלייטע און אפילו מאנכע געזעצגעבער. זיי האָבען אָפט געהאָלפען צו פערשטארקען און פארגרעסערן א געוויסע נאציאָן, נאָר מיט דעם וואָס זיי האָבע ערנידריגט, אבגעשוואכט און צעשמע־טערט אנדערע נאציאָנען, זיי האָבען אָפט פעראורזאכט, אז א געוויסע קלאססע זאָל ווערען הערשענד, רייך און שטארק נור דאדורך, וואָס זיי האָבען געמאַכט אַנאנדער קלאססע מענשען פערשקלאַפט, שוואך און עלענד.

דאריבער ווערען דיא מייסטע געשיכטליכע העלדען מעהר גע־עהרט און פערגעטערט וועהרענד זייער לעבען, נאָך זייער טויט אבער ווערט זייער שיין אלץ בלאסער און בלאסער. ניוטאָן און שעקספּיר אָבער האָבען געלאָזען דיא בעדייטענדסטע און רייכסטע ירושה פאר דער גאנצער מענשהייט און זיי וועלען פערבלייבען אייביג דיא העללסטע שטערען אויף'ן הימעל פון דעם מענשליכען פּראָגרעס. דיזע ליכטיגע גייסטער ווירקען ביז יעצט אויף יעדען איינעם וואָס גיט זיך דיא מיהע מיט זייערע ווערקע בעקאנט צו ווערען. יעדער וואָס שעפּפט פון דעם אמת'ן קוואל פון קלאָרען פערשטאנד און ריינער קונסט מוז פיהלען וויא זיינע אויגען עפענען זיך וויא זיין הארץ און זיינע געפיהלען ווערען

ריינער און שענער, וויא זיין ענגע קליינע נשמה׳לע וואָס האָט זיך נור געקענט אינטערעסירען מיט זיין אייגענעם אונבעדייטענדען עקזיס־טענץ, וואַקסט, ווערט גרעסער און ברייטער, אין איהם ערוועקט זיך דיא דענקענדע קראַפט, דער אַלל־מענשליכער שכל וואָס פאַרבינדט איהם מיט דער גאַנצער אַרומיגער וועלט און בעשאַפט פאַר איהם טויזענדער נייע אינטערעסען, רייכער און שטאַרקער ווערט זיין פיה־לענדע און סימפאַטישע נאַטור, וואָס פאַראייניגט זיין לעבען מיט׳ן לעבען פון אַלע זיינע מיטמענשען.

עס איז דאָ אָבער אַן אונטערשייד צווישען שעקספּיר׳ס און ניוטאָן׳ס ווערקע. שעקספּיר׳ס ווערקע קענען געלעזען ווערען אין אָריגינאַל ביי יעדען וואָס פערשטעהט דיא ענגלישע שפּראַכע. געוויס וואָס מעהר מען שטודירט זיינע ווערקע, וואָס מעהר מען ווערט בעקאַנט מיט זיינע פילע קריטיקער וועט מען זיי אַלץ בעסער פער־שטעהן און פאָלקאָמענער געניסען, אָבער דאָך קען זיי יעדער גע־וועהנליכער מענש לעזען אָן קיין שום פאָרבערייטונג.

ניוטאָן׳ס ווערקע אין אָריגינאַל קען מען ניט פערשטעהן ווען מען זאָל ניט האָבען אַ גוטע און טיכטיגע פאָרבערייטונג אין מאַטע־מאַטיקע, און אפילו דיא וואָס האָבען יאהרען לאַנג שטודירט דיא רעכענקונסט געפינען אָפט אַזעלכע זייטען אין זיינע שריפטען אויף וועלכע זיי מוזען האָרעווען שטונדען לאַנג אום זיי פאָלקאָמען צו פערשטעהן, און דאַריבער קען דער געוועהנליכער, אונפאָרבערייטע־טער מענש אַנדערס ניט בעקאַנט ווערען מיט ניוטאָן׳ס ווערקע אַלס דורך פּאָפּולערע ערקלערונגען איבער דיא וויכטיגסטע פּונקטען פון זיינע פיעלפאַכע ענטדעקונגען.

אין דיעזעם ביכעל וועלען מיר פּרובירען בעקאַנט מאַכען דעם אידישען לעזער מיט דער גרעסטער פון ניוטאָן׳ס ענטדעקונגען, מיט זיין געזעץ פון אַטראַקציאָן אָדער זיין געזעץ פון דיא צוציהונגס־קראַפט. דער געזעץ האָט געמאַכט דיא גרעסטע רעוואָלוציאָן אין דער געשיכטע פון ענטוויקלונג פון דעם מענשליכען געדאַנק.

דער הימעל מיט אַלע וואונדערליכע ערשיינונגען וואָס קומען דאָרטען פאָר האָט פון אייביג אָן צו זיך צוגעצויגען דעם מענשען׳ס

אויפמערקזאמקייט. דיא טויזענדער בלינקענדע שטערענדליך פון פערשיעדענע העלקייט און גרויס, וועלכע בליקען אראב פון זייער הימעלשען פראכט זשמורענדיג זיך אויף אונזער פינסטערע ערד מיט אזא שטיללע און זיכערע גרויסקייט האבען געמוזט מאכען אויף אונזערע אור־אור־עלטערען, וואס האבען פערבראכט זייער לעבען אין וועלדער און אויף אפענע פעלדער, א סך שטארקערען איינ־דרוק וויא אויף אונז, בירגער פון א הויכע ציוויליזאציאן וואס פארברייגגען דעם לעבען אין פערפעסטעטע טענעמענט הייזער. דיכטער פון אלע צייטען און אלע נאציאנען האבען בעזונגען אין פערזען אן א צאהל דיא בלאססע לבנה, וויא זיא שווימט און שוועבט אין א קלארער נאכט א מאל א פולע, א מאל א האלבע, א מאל א קליין שטיקעלע וויא א סערפ, שנעל, שנעל, איבער דיא שטערן; דעם גאלדענעם מארגען־שטערן וועלכער קומט וויא א קוריער אנצוזאגען אז באלד וועט ארויסטרעטען דער פייערדיגער באלל פון דער זון, וועט פערלעשען אלע שטערענדליך אום אליין צו הערשען דעם גאנצען טאג איבער׳ן הימעל, בריינגענדיג לעבעי און בעוועגונג אויף אונזער ערד.

מי קען זיך גאר ניט פארשטעלען דיא מהומה און דעם ציטערן פון אונזערע אורעלטערען! אין דער צייט פון ליקוי חמה, דעם שרעק וואס פלעגט אלעמען אנכאפען טאמער וועט דיא העלע זון אויף אייביג פערשלונגען ווערען, און פינסטערנים און טויט וועט מוזען הערשען איבעראל אויף דער ערד. פיעלייכט וועלען דיא פאל־גענדע פריי איבערגעזעצטע פערזען פון בייראן העלפען אונזער ארע־מער פארשטעלונגסקראפט א בעגריף צו האבען פון דעם גרויזאמען בילד וואס האט זיך געמאלט אין דיא דערשראקענע פאנטאזיען פון אונזערע אורעלטערען. „מיר האט זיך גע׳חלם׳ט שרייבט בייר־ראן: דיא העלע זון איז פארלאשען געווארען, דיא שטערען האבען געבראדעט אין דעם אייביגען וועלט־רוים אהן א ציעל און אהן שטראהלען, דיא פערפרארענע ערד האט זיך פינסטער געטראגען אין מאנדלאזען לופט. דיא מארגען־שטונדע איז אנגעקומען און פארבייגעגאנגען אבער דעם טאג האט זיא מיט זיך ניט מיטגע־

בראכט. מענשען האבען געווארפען אין פייער טראנען, קעניגליכע פאלאצען, הייזער, צעלטען, גאנצע שטעט פלעגען זיי אונטערצינדען, און אין רייהען פלעגען זיי זיך צונויפקלייבען ארום דיא ברענענדע הייזער אום באטש א מאל א קוק צו טאן איינער דעם אנדערען אין געזיכט. גליקליך האבען זיך גערעכענט דיא וואס האבען געלעבט לעבען דיא פייערדיגע וואלקאנען. אנגעצונדענע וועלדער האבען איבעראל געפלאקערט, אבער מיט יעדער שטונדע פלעגען אומעטום פאלען מיט א שרעקליכען קרעכצען. דיא אבגעברענטע בוימער מיט דיא גאנצע וועלדער זיינען א׳ן ניעדערגעפאלען און דיא געזיכטער פון דיא ארומיגע מענשען האבען אויסגעזעהן וויא טויטע שאטענס פון יענער וועלט ביי דיא לעצטע ציטערענדיגע שטראהלען פון דעם אבגעברענטען וואלד.........................

און דיא וועלט איז געווארען אין א קורצע צייט פוסט; דיא פראכטפאלע, בעזעצטע, לעבעדיגע וועלט איז געווארען א טויטע מאסע אהן גראז, אהן בוימער, אהן לעבען, אהן צייט, אהן מענשען, אהן בעוועגונג און דער כאאס פון טויט האט געהערשט איבעראל.״

זעלבסטפערשטענדליך האבען מענשען, זעהענדיג וויא זייער לעבען הענגט אב פון דיא הימעלשע ערשיינונגען לאנג געמוזט פערגעטטערן דיא זון, דיא לבנה, דיא שטערן, דעם הימעל, דיא וואלקענס, דעם בליץ און דעם דונער און זא ווייטער, זיי האבען געבויט טעמפלען פאר זיי אויף הויכע בערג אום נעהענטער צו זיין צו דיא געטער, אין דיא טעמפלען האבען זיך שטענדיג פער־האלטען דיא הייליגע פריסטער, וואס זייער פליכט איז געוועזן מיט אלערליי קונצען, מיט בוקען זיך און קניען מיט געבעטען און געש־רייען צו מאכען דיא געטער ווייכער און גוטהערציגער צו דיא ארעמע מענשען. אפילו מיר אידען וואס אנערקענען נאר איין גאט און האבען אוועקגעזעצט אים הייך, הייך אין הימעל צו הערשען איבער אלעם וואס קומט פאר אויף׳ן הימעל און אויף דער ערד, פערגעסען ניט ביז היינטיגען טאג צו שפרינגען צו דער ניי־געבארענער לבנה, צו שטעלען זיך דאווענען מיטן פנים צו מזרח וואנט וואו דיא זון גייט אויף.

אין געוויסע טעג אדער ימים טובים פלעגט דאס פאלק צו־

נויפקלייבען זיך אין דיא טעמפלען, צו העלפען דיא פריסטער בעטען דיא געטער אז זיי זאלען גוט זיין צו זיי, דורכצומאכען געוויסע צערעמאָניעס אונטער דיא אנפיהרונג פון דיא פריסטער צו דעמ־זעלבען צוועק. דיעזע פייער־טעג זיינען אם מייסטען פערבונדען מיט דיא וועקסלונגען אין דער לבנה און אין דער זון. דיא פיער שבתים אין מאנאט זיינען וואהרשיינליך געגרינדעט אויף דיא פיער פאזען אדער וועקסלונגען פון דער לבנה. דיא ערסטע וואָך ווערט זיא נייגעבארען און הייבט אן צו וואקסען ביז זיא דערגרייכט איהר ערסטען האלבען רעדעל, דיא צווייטע וואך וואכסט זיא אלץ ביז זיא ווערט פול און קיילעכדיג, דיא דריטע וואָך הייבט זיא אן אָב־צופאלען ביז זיא ווערט צוריק א האלבער רעדעל, דיא פערטע וואָך האלט זיא אלץ אין איין אבפאלען ביז זיא פערשווינדט אין גאנצען פון הימעל. דאס זיינען דיא געוויינליכע ימים טובים.*)

דיא גרעסערע פייערטעג זיינען פערבונדען מיט דיא וועקסלונגען פון דעם וויבטיגערען גאָט דיא זון, זיינע וועקסלונגען פעראורזאכען דיא פיער יאהרעסצייטען, פריהלינג, הערבסט, ווינטער און זומער; זייען און שניידען, דיא גאנצע ארבייט און לעבען פון דעם בויער הייננט אב אן זיי, און דאריבער זיינען דיא זון פייערטעג פיעל לייגנער און וויכטיגער. דער גלויבען אז דיא הימעלשע קערפער ווירקען און הערשען איבער דער ערד איז געווען אזוי שטארק איינ־געווארצעלט אין דעם מענשען'ס געדאנקען אז אפילו אין דעם 17־טען יאהרהונדערט שרייבט איינער א בעוואוסטער אסטראלאג ביי־טעל פאלגענדעס: אלעס וואס וואקסט, וואס לעבט און עקזיסטירט אויף דער ערד, כדומה דיא פעלדער, דיא גארטענס, דיא וועלדער, דיא בלומען, דיא גראזען, דיא בוימער, דיא פרוכטען, דיא בלעטער,

---

*) דאס ווארט מאנאט אין אלע שפראכען צייגט אויף דער לבנה. אין רוסיש בעצייכענט מען מיט דעמזעלבען ווארט мѣсяцъ דיא לבנה און דעם מאנאט; אין דייטש דער מאנד און דער מאנאט, אין ענגליש moon און month, אין העברעאיש דער ווארט חודש צייגט אויף דער נייגעבארענער לבנה, חוץ דעם וואס ירח (א מאנאט) און ירה (לבנה) זיינען דיא זעלביגע ווערטער.

דיא וואסערן, דיא קוואלען, דיא שטראמען, דיא אזערעס, דיא גרויסע ימים, מענשען, פיע, אלעס, אלעס איז אונטערוואָרפען דעם איינפלוס פון דיא הימעלשע ליכטיגע קערפער, וועלכע פיללען זיי אן מיט אינערליכע קרעפטען, און אלעס וואקסט, ענטוויקעלט זיך און פערבעסערט זיך נור דורך זייערע בעלעבענדע שטראהלען.“

אט אזוי האט זיך אין דיא צייט פון׳ם מיטעל אלטער*) אין אייראָפּאַ שטארק ענטוויקעלט א פאלשע וויסענשאפט אסטראָלאָגיע, וועלכע האט געלערענט וויא פאראויסצוזעצען א מענשענ׳ס שיקזאל פון זיין געבורט אונטער דעם אדער יענעם שטערן און דיא גרעסערע קיסרים פלעגען האלטען ביי זיך אין הויף דיא אסטראלאגען. מען דערציילט אז א מאל האט לודוויג דעם עלפטען׳ס אסטראָלאָג נביאות געזאגט, אז אין דעם און דעם טאג וועט שטארבען א געוויסע דאמע וועלכע איז געוועזען זעהער נאהענט צום קעניג לודוויג, און צופעליגער ווייזע האט דאס טאקי אזוי פאסירט וויא דער אסטראָלאָג האט פאָרויס געזאגט. דער קייזער ווערט שטארק בייז און הייסט רופען דעם אסטראָלאָג און גיט א געהיימען בעפעהל זיין לייב־גווארדע צו כאפּען דעם אסטראָלאָג, אריינזעצען איהם אין א זאק און ארויבלאָזען אין וואסער, ווען ער וועט געבען דערצו א געוויסען סיגנאל. דער אסטראָלאָג איז געקומען. „דיר איז אזוי גוט בעוואוסט דער שיקזאל פון אלע אנדערע מענשען. האט זיך צו איהם געווענדט דער קייזער, זאג זשע מיר, וויא פיעל איז דיר זעלבסט נעבליעבען צו לעבען.“

„מיין גנעדיגער קעניג, האט איהם געענטפערט דער קלוגער אסטראָלאָג, דיא שטערן האבען מיר בעוויזען אז איך מוז שטארבען גראדע דריי טעג פריהער פאר אייער טויט.“ דער קעניג האט ניט געוואָגט געבען דעם צייכען צו זיין גווארדיע און האט נאך פון יענער צייט אן אנגעפאנגען שטארק צו זארגען וועגען דעם אסטראָלאָג׳ס געזונדהייט און זעהען אז ער זאל האבען דיא בעסטע וויגאָדעס. דער גרויסער אסטראָנאָם קעפּלער וואס איהם, וויא מיר

---

*) דיא טויזענד יאהר ביז׳ן סוף פונם 15טען יאהרהונדערט.

וועלען שפעטער זעהען, האט זיך איינגעגעבען, צו ענטדעקען דיא וויכטיגסטע דריי געזעצע איבער דיא בעוועגונגען פון דיא פלאנע־טען, האט זיך געמוזט ווענדען צום הערצאָג וואללענשטיין צו פער־נעהמען ביי איהם א שטעללע פון אן אסטראלאָג אום צו פערדינען אויף ברויט. ער איז אָבער פערבליבען ביי זיין שטעלע נאר א גאנץ קורצע צייט, ווייל דער גרויסער גענעראל וואלענשטיין האט זיך געניייטיגט אין א ריכטיגען אסטראָלאָג. דאס האט פּאסירט אין יאהר 1630 ניט מעהר וויא 270 יאהר צוריק און דער גרויסער קעפּלער איז געשטאָרבען, לאָזענדיג א ירושה פון 7 קאָפּיקעס, דיא קליידער וועלכע ער האט געטראגען, 2 העמדער און 16 קאָפּיעס פון זיינע שריפטען. אמת, א ביסעל שפּעטער האט מען איהם גע־שטעלט א רייכען מאָנומענט, מיט א טהייל פון דיא געלט וואס מען האט געספּענדט אויף דעם וואָלט מען געקענט פיעל פערלענ־גערען זיין לעבען.

אבער דיא זעלבע טעמפּלען וואו מענשען האבען זיך געבוקט און זיינען געפאללען אויף דיא קניע פאר דיא געטער, וואס זיי זעלבסט האבען זיך בעשאפען דורך זייער אונוויסענהייט, זיינען גע־וואָרען דיא ערסטע וויגעלעך וואו דעם מענשענ׳ס שכל האט זיך אנגעהויבען צו ענטוויקלען. דיא פּריסטער זעלבסט האבען גענומען האדעווען אין עופּעלע וועלכע איז אויסגעוואָקסען א מעכטיגער ריעז און האט צושמעטערט אַלע טעמפלען און פערשאָטען אונטער דיא חורבות אלע פּריעסטער. צווישען דיא פּריעסטער וואס האבען פערבראכט זייער גאנצען לעבען אויף דיא הויכע בערג, האבען זיך געפונען פּיעלע וועלכע האבען זיך ניט בענוגענט מיט בעוואונדערן דיא הימלען, מיט בוקען זיך צו דיא פארגעטערטע שטערן, און הא־בען אנגעהויבען בענוצען דעם מענשליכען פערשטאנד צו בעאָבאכ־טען און צו דערפאָרשען דיא הימעלשע ערשיינונגען. און וויא געוויינליך, דיא נאטור וועלכע ענטדעקט ניט איהרע סודות צו דיא וואס האלטען נאר אין איין בעוואונדערן, און פארגעטערן זיא, פערלאזט ניט אָהן בעלאָהנונג דיא וואס זוכען מיט מיהע און געדולד זיא צו פערשטעהן, און עפענט איהרע טיעף בעגראבענע אוצרות נאר פאר

דיא וואָס שטרעננגען און אַלע זייערע קרעפטען פון בעאָבאַכטונג און דענקען דורך צודרינגגען איהרע סודות,

דיא פריעסטער פון מצרים, אשור און בבל האבען זיך געפונען אין א גינסטיגע לאַגע דיא שטערן צו בעאָבאַכטען, ווייל אין דיא לענדער איז דער הימעל כמעט דעם גאַנצען יאָהר ריין און קלאַר, וואָלקענס זיינען דארט פיעל זעלטענער וויא ביי אונז, און זיי האָבען טאַקי פיעל אויפגעטאָן און דערגאַנגען וועגען דיא לאַגע פון פערשיעדענע שטערן, זיי האבען אויסגעטראַכט גאַנץ איינפאַכע אינסטרומענטען מיט וועלכע מי האט געקענט נאַכפאָלגען דיא בעוועגונגען פון יעטווידער שטערן אין א קלאַרע נאַכט.

אין דעם כינעזישען בוך מיט'ן נאָמען שו־קינג ווערט דער־ציילט אז מיט 4036 יאהר צוריק זיינען צוויי האָף אַסטראָנאָמער כי און כאָ פעראורטהיילט געוואָרען צום טויט. מי האט זיי ביידען אבגעהאקט דיא קעפּ דערפאר וואס זיי האבען פערגעסען פאר־אויסצוזאָגען דעם ליקוי חמה וואס האט אין יענעם יאהר פּאַסירט. אין דיא כינעזישע שטאַאט־כראָניק (ספר הזכרונות) איז דיא פּאַסירונג געשילדערט בזה הלשון: „דיא הערען כי און כאָ זיינען אראָבגעגאַנגען פון דעם וועג פון טוגענד, זיי האָבען פערנאַכ־לעסיגט זייערע פליכטען, ווייל זיי האבען זיך איבערגעגעבען צו שיכרות, און האבען זיך בעוויזען נידריגער פון זייער הויכען אמט. אין דעם ערסטען טאָג פון דעם ערסטען הערבסט־מאָנאַט האט זיך דיא לבנה און דיא זון צונויפגעטראָפען אונטער דיא גרופּע שטערן־פאַנג. דאס פאָלק איז פאַנאַנדערגעלאָפען פון שרעק, אנשטענדיגע לייט האבען געציטערט און געיאָמערט, דער באראבאַן האט געפּויקט אום אנצוזאָגען דיא בלינדע וועגען דיא שרעקליכע פינסטערניס, און כי און כאָ, פערגעסענדיג צום ערסטען מאל צו רעכענען דיא צייט נאָך דיא שטערן, האבען זיך איינ־געפונען ביי זייער אמט, און האבען גאר נישט געהערט און גאר נישט געזעהען.“

איהר זעהט אז מיט מעהר וויא פיער טויזענד יאהר צוריק האבען דיא פריעסטער שוין געקענט נביאות זאגען וועגען דיא צייט פון ליקוי חמה אדער ליקוי לבנה. אזוי האבען דיא פריעסטער פון

דיא פערשיעדענע אלטע אזיאטישע ציוויליזאציאָנען אנגעקליבען א גרויסע סומע פאַקטען, און אויסגעפונען פיעלע געזעצען איבער דיא רעגעלמעסיגקייט אין דיא פערפּלאָנטעטע בעוועגונגען פון דיא הי־מעלשע קערפּער. מעהר פון אלעמען האבען זיך אויסגעצייכענט אין דער וויסענשאַפט פון אַסטראָנאָמיע דיא פּריעסטער פון מצרים און כאַלדעע.

אבער דיא אלע אנגעקליבענע פאַקטען האָבען דיא פּריעסטער אין יעדען לאַנד געהאַלטען וויא א גרויסען סוד, זיי האָבען אנגע־וועגדט אַלע קרעפטען קיינעם ניט צוצולאָזען צו דיא אוצרות פון זייער וויסענשאַפט, אויסער מיטגליעדער פון דערזעלבער קאַסטע *) פון פּריעסטערטום, און דאס האט זיי פיעל געהאָלפען צו שטערקען זייער קאַסטע, אויף וועלכע דאס פאָלק האט געקוקט וויא אויף מכשפים, אזוי האט מען איבעראל בעטראַכט דיא פּריעסטער אדער מאַגען פון כאַלדעע,—פון זיי שטאַמט דאס וואָרט מאַגיקער, אָדער קונצען מאַכער—און דיא חרטומי מצרים.

און דאָס פאָלק האט זיך אין זיי שטארק געגייטיגט, ווייל זיי אַליין האבען געוואוסט וויא צו רעכענען דיא יאהרען, ווען צו מאַכען א קורצערען יאהר און ווען א לענגערען, אין וועלכען טאָג עס פאַנ־גען זיך אָן דיא יאהרעסצייטען, מיט וועלכע עס זיינען שטארק פערבונדען דיא געשעפטען פון דיא פעלד־ארבייטער, דיא ים־רייזענ־דער א. ז. וו., זיי האבען געוואוסט אין וועלכען טאָג עס דאַרף געפייערט ווערען דער אָדער יענער יום טוב, זיי האבען נביאות גע־זאגט וועגען דיא ליקוי חמה א. ז. וו.

מיר וואס ברויכען נור צו קויפען פאַר א סענט א לוח אום פּינקטליך צו וויסען יעדען טאג אין יאהר קענען זיך ניט פאָרשטע־לען וואס פאַר א שווערע זאַך דאס איז געווען איינצופיקסען דעם יאהר לויט דיא בעוועגונגען פון דער זון און דער לבנה.

פון דיא אזיאטישע פּריעסטער איז דיא וויסענשאַפט פון אסטראָנאָמיע אריבערגעגאַנגען צו דיא גריעכען און בעזאָנדערס האט

*) א קלאַס, א געוויסע אבטהיילונג פון'ם פאָלק.

דיא וויסענשאַפט געבליהט אין אַלעקסאַנדריע (אין מצרים) אונטער דיא רעגיערונג פון דיא טאַלמיי׳ס. נאָך דריי הונדערט יאהר פאַר קריסטוס׳עס געבורט געפינען מיר צוויי גרויסע אַסטראָנאָמען, טימאַכאַריס און אַריסטיללַ. דער טימאַכאַריס האט נאָך אין יענער צייט געהאַלטען פון דער מיינונג אַז דיא ערד דרעהט זיך ארום דער זון און ניט פערקעהרט. הונדערט יאהר נאָך דיא צוויי גרויסע אַסטראָנאָמען פון גריכענלאַנד, האט זיך געיאָוועט עראַטאַספען, וועלכער האט דער ערסטער פאָרגעשלאָגען א פּלאַן וויא צו מעסטען דיא ערד. זיין נאָכפאָלגער היפּפּאַרכוס׳ן וועלכער האט געלעבט איבער צוויי טויזענד יאהר צוריק מעג מען אָן צווייפעל רעכענען פאַר דעם גרעסטען פאָרשער און דענקער אין אַסטראָנאָמיע. ער האט ענט־דעקט א נייעם שטערן, איהם איז דעם ערסטען איינגעפאַלען א פּלאַן צו מאַלען קאַרטעס פון דיא הימעלשע שטערן וואו יעדע שטערן פאַרנעהמט זיין פּינקטליכע לאַגע, גראַדע וויא מיר צייכענען דיא ערדקאַרטעס, ער האט ענטדעקט נאָך פיעלע און פיעלע אַנדע־רע זאַכען איבער דיא בעוועגונגען פון דער לבנה, איבער דיא וועגען אין וועלכע דיא פּלאַנעטען דרעהען זיך א. ז. וו. א. ז. וו.

130 יאהר נאָך קריסטוס׳ס געבורט האט קלאַודיאוס פּטאָלאָמעיי ארויסגעגעבען זיין בעריהמטען ווערק Amegale Syntaxis—דיא גרויסע געביידע—און ער איז פערבליבען דער גרעסטער אַווטאָריטעט אין אַסטראָנאָמיע ביז קאָפּערניק׳ס צייטען, דאָס הייסט אין א משך פון איבער 13 הונדערט יאָהר. פּטאָלאָמעיי׳ס ענטדעקונגען זיינען זעהר ווייניג. אין פעהיגקייטען, אין טאַלאַנט, שטעהט ער פיעל נידעריגער פון היפּפּאַרכוס׳ן; דיא אַרגומענטען מיט וועלכע ער קעמפּפט געגען טימאַכאַריס׳עס לעהרע אַז דיא ערד בעוועגט זיך ארום דער זון זיינען שוואַך און קינדיש, אָבער ווייל ער האָט צונויפגעשטעלט אין איין סיסטעם אַלעס וואָס עס איז אונטערזוכט געוואָרען ביז איהם, ווייל ער האָט ארויסגעגעבען אין איין דיקען בוך דיא גאַנצע וויסענשאַפט פון אַסטראָנאָמיע, איז ער פאַרבליבען פאַר אַזא לאַנגע צייט דער גרעסטער אַווטאָריטעט אין אַסטראָנאָמיע.

דערצו האט פיעל געהאָלפען דער גייסט פון׳ם קריסטענטהום,

וועלבער האָט זיך אַלץ פערשטאַרקט אין אייראָפּאַ. פּטאָלאָמעיי׳ס לעהרע, אז דיא ערד פערבלייבט רוהיג אין מיטען פון דער וועלט און דיא זון, דיא לבנה, אַלע שטערן, אַלע פּלאַנעטען דרעהען זיך ארום איהר האָט אויסגענומען ביי דיא קריסטען ווייל זיא שטימט מיט דער תורה, אויסער דעם האָט דער רעליגיעזער פאַנאַטיזם, וואָס איז נעגרינדעט אויף׳ן בלינדען גלויבען אין דיא אַלטע שריפטען און אוטאָריטעטען, געבראַכט דערצו אַז דער גייסט פון פרייען פאָרשען און פון זעלבסטשטענדיגען דיינקען איז כמעט אָבגעשטאָרבען; דיא אינטעללעקטועלע קרעפטע זיינען געווען אריינגעטאָן אין פורקען זיך אין דיא אַלטע הייליגע שריפטע, אויף וועלבע מי האָט אָנגעמאַכט טויזענטער פרושים, אָבער זעהר וועניג אָריגינעלע ווערקע זיינען ארויסגעגעבען געוואָרען. יעדעס ווערק וואָס איז בעדעקט מיט דעם שימעל פון אַלטקייט, האָט זיך גערעבענט פאַר הייליג. און נאָך דער זעלבער לאָגיקע נאָך, מוז אויסקומען, אַז וואָס מעהר אַ בוך איז פערשימעלט, אַלץ הייליגער און וויכטיגער מוז מען עס בעטראַכטען.

יעדער ערנסטער רעליגיעזער מאַן האָט אַ געוויסע פעראַכטונג פאַר דיא וואָס פאָרשען און שטודירען דיא ארומיגע וועלט, אין זיינע אויגען האָט דיא שווערע און גערולדיגע ארבייט פון אונזער פערשטאַנד, וואָס שטרענגט זיך אָן צו פערשטעהען דיא ארומיגע נאַטור, אַ קליינע ווערדע, זיין אויפגערעגטע נשמה איז אזוי פערטאָן אין וויכטיגערע פראַגען וועגען דיא צוקונפטיגע וועלט, וועגען זיינע מעשים טובים אום צו פערדינען יענע וועלט, אין צוהערען זיך צו דיא אינערליכע שטימען פון זיין אייגענע אויפגערעגטע זעעלע, אַז איהם קימערט ווייניג דיא וועלט וואָס געפינט זיך ארום איהם. זיין גאַנצער צוהיצטער ווערזן שטויסט איהם אָפּ פון דער געלאַסענער און רוהיגער ארבייט פון שטודירען. דאָס איז גרעסטענטהיילס דיא אורזאַכע וואָס מעהר וויא 13 הונדערט יאָהר זיינען פאָראיבער געגאַנגען פון פּטאָלאָמייען ביז קאָפּערניקוס, אין וועלכע דיא וויסענשאַפט פון אַסטראָנאָמיע האָט אבסאָלוט קיין שום פּראָגרעס ניט געמאַכט.

אבער נאך דער ענדעקונג פון אמעריקא, ווען אייראפא האט זיך אויפגעכאפט וויא א ריעז נאך אזא לאנגען שלאף, האט זיא גע־בארען אין א גאנץ קורצער צייט, אין וועניגער פון 200 יאהר פיער פון דיא גרעסטע מוחות פון דער וועלט; קאפערניקען, גאלילעען, קעפלער'ן און דעם קרוין פון אלעמען—ניוטאנען.

אין דיא נעקסטע ביכלעך וועלען מיר פרובירען קריגען א קורצען בעגריף וועגען דיא וויכטיגסטע ענדעקונגען אין אסטראנאמיע ביז ניוטאָן'ען. דא וועל איך זיך נאר אבשטעלען אום צו ערקלערען אין וואס בעשטעהט אייגענטליך דער גלענצענדער געדאנקען פון ניו־טאָן, וועלכער, וויא מיר האבען פריער געזאגט, האט געמאכט א גרויסען איבערקעהר אין דער געשיכטע פון'ם מענשליכען דענקען.

גאָר אין דיא ערשטע צייטען ווען מענשען האָבען נאָך נים געהאט קיין אהנונג וועגען א וויסענשאפטליכען שטודירען פון דיא הימעלשע ערשיינונגען, האט געוויס געמוזט הערשען דיא אידעע אז דאָרטען אין דיא הימלען שפּיעלען זיך וואונדערליכע און געהיימניס־פאָלע קרעפטען. ער, דער אורא̇לטער מענש האט אפילו נים געקענט מאכען אן אונטערשיעד צווישען דיא וואָלקענס וועלכע געפינען זיך נים מעהר וויא א פּאר מייל פון דער ערד און דיא שטערען וועלכע זיינען טויזענדער בילליאָנען מיילען ערווייטערט פון אונז, אין זיינע אויגען איז אלעס וואָס קומט פון אויבען, עפּעס א וואונדערליכע הימעלשע ערשיינונג, און ער האט געזעהען אין דיא בלישצענדע שטערען, אין דער העלער זון, אין דעם ליכטיגען מאָרגען־שטערען, אין דער בלאַסער לבנה, אין דעם שרעקליכען דונער און בליץ, אין רעגען און שניי, אין שטורעם און ווינד, אלץ פערשידענע מעכטיגע גייסטער העכער און שטאַרקער פון איהם וועלכע עס איז אונמעגליך צו קאָנטראָלירען, וועלכע ער האט גערעכענט פאר מלאכים, אויב זיי האָבען געבראכט נוצען פאר איהם, אדער שדים אויב זיי זיינען געוועזען שעדליך צו זיין לעבען.

שפּעטער, ווען מענשען האָבען זיך גענומען צום שטודירען דיא הימעלשע ערשיינונגען, און האָבען אויסגעפונען אז דיא הימעלשע קערפּער בעוועגען זיך מיט אזא זאָנדערבארערע רעגעלמעסיגקייט און

פינקטליכקייט, אז עס איז מעגליך געגוי צו זאָגען, אז אין דעם און דעם טאָג, אין דעם און דעם מאָנאט וועט זיך דיא שטערען געפינען גראַדע אויף דעם און דעם פונקט אויף׳ן הימעל, האָט מען אַלץ מעהר און מעהר ענטדעקט געזעצע וועלכע רעגולירען דיא בעוועגונג פון דיא פערשידענע מינים שטערן, האָט מען אַלץ מעהר דערוואוסט וועגען דיא וועגען אָדער רעדלעך (גלגלים), אין וועלכע זיי דרעהען זיך, וועגען זייער צייט, וועגען זייער ווייטקייט א. ז. וו. אבער דאָך זיינען זיי פערבליבען ביי דער זעלבער מיינונג, אז דיא קרעפטען וואָס פיהרען און דרעהען דיא הימעלשע קערפער זיינען זאָנ־דערבארע, אזוינע פון וועלכע מיר קענען קיין בעגריף ניט האָבען, ווייל דאָ אויף אונזער ערד קען מען ניט געפינען עטוואָס עהנליכעס צו דיא וואונדערליכע קרעפטען וואָס הערשען און בעוועגען דיא הימעלשע קערפער.

אַלזאָ צוזאמען מיט דיא דיכטער וואָס האָבען געזונגען ענטציקט און ערשטוינט פון דיא שיינע און פראכטפאָלע געהיימניסע פון דיא הימלען, מיט דיא פריסטער וואָס האָבען אָנגעצייגט אויף׳ן הימעל וויא אויף דעם טראָהן פון גאָט, וועלכער הערשט און בעוועגט אלעס, האָט דיא וויסענשאפט מיט אַלע איהרע ענטדעקטע געזעצע אין איהר שפּראַכע געמוזט אנערקענען דעם זעלבען פּרינציפּ אז הימעל און ערד שטייען אָפּגעזונדערט.

דער ריעז וואָס האָט שטעהענדיג מיט דיא פיס אויף דער ערד דערגרייכט מיט׳ן קאָפּ דיא הימלען, דער מאַן וואָס האָט אריבערגע־וואָרפען א לייטער פון דער ערד ביז דיא העכסטע שטערען, איז ארויפ־געקלעטערט אויף׳ן הימעל און האָט פון דאָרטען אראָפּגעשליידערט דיא געטער אָנצייגענדיג זיי אז זייער אָרט איז דאָ אויף דער ערד, איז סער אייזאק ניוטאָן.

ער האָט פאראייניגט הימעל און ערד, האבענדיג בעוויזען מיט שטארקע און קלארע בעווייזע אז דאָס זעלבע קראַפט וואָס מאַכט דעם שטיינדעל פאַלען דא ביי אונז אויף דער ערד, וואָס מאַכט וואסער רינען פון א הויכען פלאַץ צו א נידריגערען, מאַכט אויך דיא לבנה זאָל זיך דרעהען אין איהר קרייז ארום דער ערד, און דיא פּלאַנעטען אין

זייערע בעזונדערע קרייזען ארום דער זון: דערזעלבער ניוטאן וואס האט אזוי קלאר געמאכט דיא ערשיינונגען פון פאלען דורך זיין געזעץ פון אינערציע און צוציהונג־קראפט (זעה דעם ערסטען ביכעל) האט אויפ־געהויבען זיין שארפען, געניאלען בליק צום הימעל און האט דערזעהען אז מיט דיא זעלבע צוויי געזעצע פון אינערציע און צוציהונג־קראפט ווערט אלעס, אלעס קלאר אין דיא פערפלאָנטערטע בעוועגונגען פון דיא פערשידענע הימעלשע קערפער, אז אלע רעגעלמעסיגקייטען און אפילו דיא אונרעגעלמעסיגע פערפלאָנטערונגען וועלכע זיינען ענטדעקט געווארען טויזענטער יאהרען פאר איהם, אלע געזעצע פון קאפערניקען און קעפלער'ן זיינען ניט מעהר וויא רעזולטאטען פון דער איינפאכער קראפט וועלכע מיר בעאבאכטען דא אויף דער ערד־אויף יעדען שריט און טריט.

II.

ווארום דרעהט זיך די לבנה און די פּלאַנעטען אין רעדלעך?

איהר געדענקט דאָך פון דעם ערסטען ביכעל אין וואס עס בעשטעהט ניוטאָן'ס געזעץ פון אינערציע. נאָך דעם געזעץ נאָך וועלכער איז בעוויזען געוואָרען מיט פיעלע פאַקטען פון אונזער אלטעגליכען לעבען, מוז זיך יעדע זאַך וואס איז בעוועגט געוואָרען דורך איין איינצעלנער קראַפט אימער בעוועגען און אַ גלייכער ליניע און אַלץ מיט דער זעלבער געשווינדקייט וואס דער שטויס פון דער קראַפט האט איהר געגעבען. הײנט פרעגט זיך דאָך ווארום זאלען עפּעס די פּלאַנעטען און די לבנה דרייען זיך אין קרייזען און ניט בעוועגען זיך אין אַ גלייכער ליניע?

ניוטאָן ערקלערט דאס אזוי איינפאַך אַז מי וואונדערט זיך וויא אזוי עס האבען געקענט פאַרבייגעהן הונדערטער יאהרען און קיינעם איז ניט געלונגען דאס צו טאָן. אזוי אבער געהט דאס אימער צו מיט די גרעסטע וואהרהייטען. ווען זיי ווערען ענטדעקט, און מען זעהט וויא איינפאַך זיי זיינען, הייבט מען זיך אָן וואונדערן ווארום האט דאס געדויערט אזוי לאַנג ביז מען האט זיי אויסגעפונען?

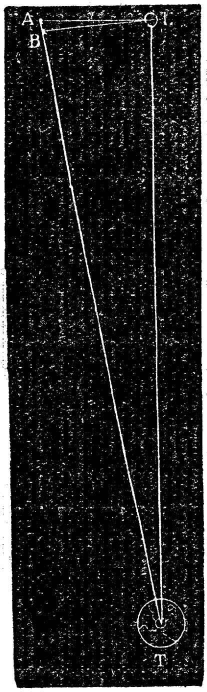
בעטראַכט אייגענטלעך וואס איז אַ קרייז אדער ערגעץ געקרימטע ליניעס? אין מאַטעמאַטיק זיינען בעוואוסט פערשידענע קרומע ליניעס, וועלכע אונטערשיידען זיך פון די אנדערע אין געוויסע הינזיכטען און וועלכע טראָגען פערשידענע נעמען: אַ פּאָלקאָמענער קרייז, אן עלליפּס אַ פּאַראַבאָלע, אַ היפּערבאָלע א. ז. וו. — אבער סיי אַ פּאָלקאָמענער קרייז סיי וועלכע עס איז קרומע ליניע צייכענען זיך אויס דערמיט וואס

זיי קריכען אראפּ אין יעדער פּינטעלע פון דעם גלייכען וועג, וואס אין יעדען פלאץ בייגען זיי זיך אפּ פון דער גלייכער ליניע.

אויב דיא זאך וואס בעוועגט זיך קריכט אראפּ פון דער גלייכער ליניע אין יעדער פּינטעלע מיט דערזעלבער מאס דאן הייסט דאס אז דיא זאך בעוועגט זיך אין א פאלקאמענעם קרייז און אויב דיא זאך וואס בעוועגט זיך בייגט זיך אפּ פון דער גלייכער ליניע אין אייניגע פלעצער מעהר, און אין אנדערע פלעצער וויניגער, הייסט דאס אז זיא בעוועגט זיך אין אנאנדער מין קרומער ליניע ניט אין א קרייז. אלס א ביישפּיעל פון אן אנדערק רומער ליניע, ניט א קרייז קענט איהר נעהמען אן איי. ביי דיא עקען איז דיא איי מעהר אפּגעביינגט פון א גלייכער ליניע, אין מיטען אין זיא נעהנטער צו א גלייכער ליניע, און זעהט אויס דאריבער מעהר פלאך אין מיטען וויא ביי דיא שפּיצען, אדער אן אפּעלסין, וועלכער איז דער היפּך פון אן איי, מעהר געקרימט אין מיטען און פלאכער ביי דיא עקען. אזעלכע בעשטימטע קרומע ליניעס וואס זיינען עהנליך צו א איי אדער אן אפּעלסין הייסען עלליפּסען געקרימט אין מיטען און פלאכער ביי דיא עקען.

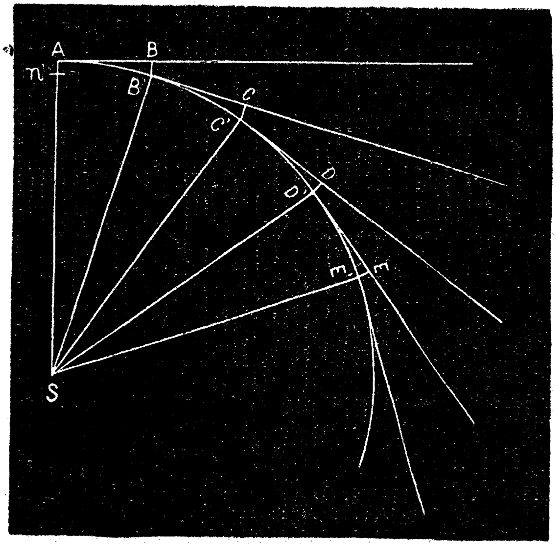
אלזא ערקלערט ניוטאן, לאָמיר נעהמען דיא לבנה וואס דרייט זיך אין א געוויסער קרומער ליניע, וועלכער הייסט עלליפּס ארום דער ערד אדער דיא פלאנעטען וואס רדייען זיך אויך אין עלליפּסען ארום דער זון און אללע אנדערע לבנות וואס דרייען זיך ארום דיא פלאנעטען. וואָלטען זיי זיך בעוועגט נור פון איין קראפט האבען זיי געדארפט אימער בעוועגען זיך אין א גלייכע ליניע נאך'ן געזעץ פון אינערציע נאך. אָבער אזוי וויא מיר ווייסען אז זיי דרייען זיך אין עלליפּסען, מוז דאס זיין וויייל עס עקזיסטירט א אנדער קראפט, וועלכע ווירקט אויף זיי אין יעדען מאמענט און צווינגט זיי אפּצוביינגען זיך פון דער גלייבער ריכטונג. דיא קראפט וואס שלעפּט זיי אראפּ פון דער גלייכער ליניע איז דיא זעלבע צוציהונג קראפט וואָס מאַכט דעם שטיינדעל פאלען צו דער ערד. מיט אנדערע ווערטער אינערציע און דיא צוציהונג קראפט ערקלערען דייטליך ווארום דיא לבנות, דאס הייסט דיא הימעלשע קערפּער וואס דרייען זיך ארום דיא פלאנעטען און דיא פלאנעטען, דאס הייסט דיא הימעלשע קערפּער וואָס דרייען זיך ארום דער זון מוזען זיך בעוועגען אין געוויסע קרומע ליניעס.

דיא צוויי פיגורען וועלען דאס אייך בעסער געבען צו פארשטעהען דער קרייז T שטעללט פאר דיע ערד. דער



קליינער קרייז L אויבען אויף דער ערסטער פיגורע שטעלט פאר דיא לבנה. אויב דיא ערד וואלט ניט געהאט קיין קראפט צו צוציהען צו זיך דיא לבנה, וואלט דיא לבנה בעוועגט זיך אין א גלייכער ליניע, און אין א געוויסער צייט, לאָמיר זאָגען איין א סעקונדע, וואלט זיא זיך בעדארפט געפינען אין פונקט A. אבער אזוי וויא אין דער ווירקליכקייט דרייט זיך דיא לבנה L אין אן עליפּס, און קעהרט זיך אב יעדען מאמענט פון דער גלייכער ליניע AL, וועט זיא זיך געפינען צום ענדע פון דער סעקונדע ניט אין פונקט A, זאָנדערן אין פונקט B. קוקט זיך צו צו דער פיגור, וועט איהר זעהען וויא ריכטיג און וויא איינפאך איז ניוטאן׳ס געדאנק, אז אייגענטליך איז דיא לבנה אראָבגעפאלען צו דער ערד אין דער סע־קונדע אזוי פיעל וויא גרויס עס איז דיא ליניע BA.

וואס איז ריכטיג וועגען דער לבנה, איז אויך ריכטיג וועגען דיא פלאנעטען וואס דרייען זיך ארום דער זון. אין דער צווייטער פיגורע שטעלט S פאר דיא זון און פונקט A וועלכע עס איז פלאנעטע. נאך אינערציע נאך האט דיא פלאנעטע A געדארפט זיין לאָמיר זאָגען אין א סעקונדע אין פונקט B פון דער גלייכער ליניע AB, אבער אין דער



ווירקליכקייט געפינט זיא זיך אין פונקט B', הייסט דאס דען ניט אז דיא פלאנעטע איז אראבגעפאלען צו דער זון דיא גרויס פון דער ליניע BB' אין איין סעקונדע.

ווען דיא פלאנעטע געפינט זיך שוין נאך דער ערסטער סעקונדע אין B', האט זיא בעדארפט נאך אינערציע נאך קומען צום פונקט C אם ענדע פון דער צווייטער סעקונדע, אבער ווייל זיא איז אין דערזעלבער צייט אראבגעפאלען צו דער זון א שטח פון CC' געפינט זיא זיך אין אמת'ן אין פונקט C', און אזוי גייט דאס ווייטער צו פון C' צו D', פון D' צו E' א. ז. וו.

אזעלכע בעוועגונגען אין קרומע ליניעס קען מען זעהען אין פיעלע פעללע דא ביי אונז אויף דער ערד, און מען דארף גאר ניט אנקומען צו דער לבנה אדער דיא ווייטע פלאנעטען אום אזעלכע בעוועגונגען צו בעאבאכטען און שטודירען,

ווען דיא פייער־מאשינען שטויסען ארויס מיט אזא האסטיגקייט דעם שטראם וואסער פון דער גרויסער פייער־קישקע, גנעהט ארויס דער שטראם מיט אזא לארם און מיט אזא שטאלצקייט גלייך וויא ער ווְאלט זיך בעשלאסען אויס צו לאכען זיך פון דער ערד, ארופצוכאפען זיך אויף'ן הימעל און אנטאן דארטען צרות, פארלעשען דיא זון דיא שטערן, צוברעכען דיא וואלקענס פארפלייצען דיא הימלען, אבער זיין

ווְעמען פון אייך וואס האט געהאט דעם גליק געבארען צו ווערען אין א קליין שטעטעל אין רוסלאנד, איז ניט בעקאנט דיא פיגורע פון דעם ערל דעם וואסערטרעגער, און פון אונזער פערשמאכטען אידעל רעם וואסערפיהרער. קוקט זיך צו צום שטראם וואסער וואס קומט ארויס מיט אזא האסטיגקייט פון דעם וואסערפיהרער'ס פעסעל דורך דער לאך אין זייט פון פעסעל לעבען איהר דעק, ווען ער נעהמט ארויס דעם שפונט מיט וועלכען ער פערקלאפט דיא לאך, און איהר וועט זעהען אז דער שטראם פליסט אין א קרומער ליניע, נאהענט פון דער עפענונג גאנץ ווייניג אבגעבויגען פון א גלייכער ליניע, אבער נאענטער צום עמער זעהער שטארק געקרימט און איינגעבייגען צו דער ערד. דא קומט פאר אין א קלענערען מאס (מאשטאב) דאס זעלבע וואס מיט דער לבנה און מיט דיא פלאנעטען אויף זייער גרויסען שטייגער־

דער דרוק פון דער מאסע וואסער וואס געפינט זיך העכער פון דער עפענונג פון דער פעסעל שטויסט ארויס דעם שטראם וואסער פון דער עפענונג מיט א געוויכער קראפט. ארויסקומענדיג פון דער לאך מוז זיך דער שטראם וואסער, כאטש ער האט אוף זיך מעהר קיין שום דרוק ניט, פליסען אין א גלייכער ליניע נאך דעם געזעץ פון אינערציע נאך, אבער דיא צוציהונג־קראפט פון דער ערד ווירקט אויף'ן שטראם אהן אן אויפהער און שלעפט איהם אימער צו אראב פון דער גלייכער ליניע צו דער ערד צו. אין דיא ערסטע מאמענטען ווען דער פאללען פון דעם שטראם איז אונגעהייער קליין וויא איהר ווייסט פון דעם געזעץ פון פאלען לויפט ער ווייניג אבגעקרימט פון דער גלייכער ליניע, אבער אין דיא לעצטע מאמענטען ווען דער פאלען פערגרעסערט זיך אלץ בכפל־כפלים הייבט אן דער שטראם צו רינען שטארק געבויגין צו דער ערד.

ווען דיא פייער־מאשינען שטויסען ארויס מיט אזא האסטיגקייט דעם שטראם וואסער פון דער גרויסער פייער־קישקע, גנעהט ארויס

שטאָלצקייט ווערט אין אַ קורצער צייט געבראָכבען דורך דער צוציהונג־קראַפט פון דער ערד, און ער מוז זיך שנעל אונטערגעבען און איינ־בייגען זיך צו דער ערד צו און ער שיפּט און הוזשעט ווען דיא ערד צווינגט איהם צו טאָן עטוואס מעהר נוצליכעס צו לעשען דיא ברע־נענדיגע הייזקע דא אויף דער פינסטערער ערד אנשטאט דיא ברענענ־דידיגע שטערען אין הימעל.

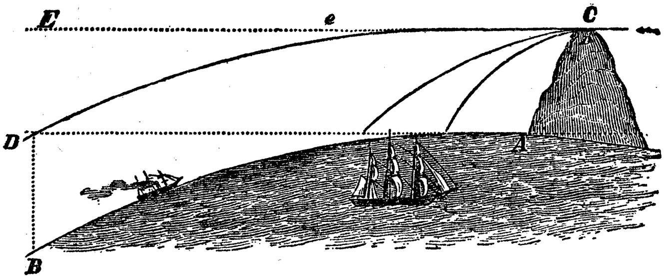
דאס זעלבע בעוועגען זיך אין קרומע ליניעס קענט איהר בע־מערקען אין דעם שטראם וואסער וואָס פאלט פון דער סאזשעלקע אויף'ן ראד פון דעם וואסער־מיל, אין אלע וואסערפעלע, ווען גאנצע טייכען אדער קלענערע שטראמען פאלען אַראָפּ פון הויכע פּלעצער אַרונטער אין אבגרונד. דאס זעלבע טהוט יעדער קאנאָנען קויל, יעדער שטיינדעל וואָס איז געווארפען געווארען ניט גלייך צו דער ערד צו זיי בעוועגען זיך אלע אין מעהר אדער וויניגער געקרימטע ליניעס און אלע דורך דיא ווירקונג פון דיא זעלבע געזעצע פון אינערציע און צוציהונג־קראפט.

פיעלע קענען אָבער איין זאך ניט בעגרייפען וועגען דיא בעוועגונג פון דיא לבנות און פּלאנעטען. זיי קענען ניט פארשטעהען וויא קען דאס געמאָלט זיין אז א זאך זאל אימער פאלען און קיין מאל ניט אראבפאלען. אין דיא ביישפּיעלע פון דיא קאנאנען־קוילען אדער פון דיא וואסערפעלע א. ז. וו. זעהען מיר דאך אז זיי פאלען טאקע צו דער ערד אין א גאנץ קורצער צייט. וויא אזוי אָבער קומט דאס אויס אז דיא לבנה פאלט אימער צו דער ערד, און דאך פאָלט זיא קיין מאָל ניט אראב צו דער ערד, קומט קיין מאל ניט נעהענטער צו איהר. וויא אזוי קען מען דאס ערקלערען, וואס דיא לבנות און דיא פּלאנעטען פערבלייבען אימער אין דער זעלבער ווייטקייט פון דער ערד אָדער פון דער זון און דרעהען זיך אייביג אין דיא זעלבע קרייזען.

עס איז אמת זיי זיינען פיעל, פיעל, ווייטער פון דיא צוציהענדע קערפער וויא דיא העכסטע פאלענדע זאך וואס מיר בעאָבאכטען דא אויף דער ערד, נו אויב זיי זיינען ווייטער, דענקט דער געוויינליכער לעזער וועלכער איז ניט קיין מאטעמאטיקער, האט דאס געדארפט נעה־מען א לענגערע צייט ביז זיי זאלען אראָבפאלען צו דער ערד אָדער צו

דער זון, אבער פאר וואס זאלען זיי זיך אייביג בעוועגען אין דיא זעלבע קרייזען און קיין מאָל ניט אראבפאלען?

דיא פאלגענדע פיגור וועט אייך העלפען פערשטעהען דיא פאלקאָמענע מעגליכקייט אז א זאך זאל געווארפען ווערען דא אויף דער ערד מיט א געוויסער שנעלקייט און זיא זאל זיך אימער דרעהען ארום דער ערד. דאס הייסט אימער פאלען צו דער ערד און קיין מאָל ניט אראב פאלען.



דיא פיגור שטעלט פאר א הויכען בארג אויף'ן ברעג ים. לאָ מיר זאגען דער בארג איז 1000 פוס; הויך. פונקט A איז דער פוס פון בארג און פונקט C איז זיין שפּיץ. אויף דער פיגור זיינען דורכגעפיהרט געווארען צוויי גלייכע ליניעס, דיא גלייכע ליניע A D פון פוס פון דעם בארג און C E איז דיא גלייכע ליניע פון שפּיץ פון בארג. איהר זעהט אז דיא ערד מיט'ן ים זייענדיג קיילעכדיג בייגט זיך אלץ מעהר און מעהר אב פון דער גלייכער ליניע A D. א פּאָר מייל פון בארג איז ניט צו בעמערקען איהר קרומקייט, אָבער וואס ווייטער ווערט איהר אָבפאלען פון A D גאנץ בעדייטענד. אזוי וויא דיא גרויס פון דעם גאנצען קרייז פון דער ערד איז גענוי אויסגעמאָסטען, קען מען לייכט אויסרעכענען וויא שטארק דיא ערד פאלט אב פון דער גלייכער ליניע אין א געוויסער שטרעקע, נעמליך עס איז אויסגערעכענט געוואָרען אז אין יעדע פינף מייל בייגט זיא זיך אב אונגעפעהר 16 פוס פון דער גלייכער ריכטונג. היינט שטעלט אייך פאָר אז פון שפּיץ בארג זאָל מען

אויסשיסען פון א הארמאט מיט אזא קראפט אז דער קויל זאָל פליהען מיט דיא געשווינדקייט פון פינף מייל א סעקונדע.

גלייך וויא דער קויל הייבט אָן צו טראגען זיך, איז ער געווען 1000 פוס ערוויטערט פון דער ערד, ווייל דער בארג איז 1000 פוס הויך. אין א סעקונדע ארום וועט דער קויל אבפליהען פינף מייל און וואָלט זיך געפינען אין פונקט .e אויף דער גלייכער ליניע .E. C אבער אזוי וויא דיא ערד וועט איהם אראָפּשלעפּען פון דער גלייכער ליניע וועט ער זיך געפינען אויף דער קרומער ליניע .C D

מיר ווייסען דאָך אבער פון דעם געזעץ פון פאלענדע קערפּער אז אין איין סעקונדע פאלען אלע זאכען אראָפּ 16 פוס צו דער ערד צו, הייסט דאס אז דער קויל וועט זיך געפינען אויף דער קרומער ליניע .CD 16 פוס אונטער פונקט .e פארגעסט אבער ניט אז אם ענדע פון דער ערסטער סעקונדע איז דער קויל אבגעפלויגען פינף מייל פון בארג און ער געפינט זיך דאָ ניט אנטקעגען A דעם פוס פון בארג נאָר אנטקעגען א פונקט פון דער ערד וואס איז פינף מייל ערוויי־טערט פון A. און אזוי וויא מיר ווייסען אז דיא ערד בייגט זיך אב פאר יעדע פינף מייל 16 פוס פון דער גלייכער ליניע, וועט דער פונקט פון דער ערד אנטקעגען דעם קויל אויף זיין 16 פוס אונטער דער גלייכער ליניע .A D, און דאריבער וועט דער קויל נאך דער ערסטער סעקונדע פליהען אלץ בלייבען 1000 פוס הויך פון דער ערד גראדע וויא אם אנפאנג פון זיין פליהען.

אין דער צווייטער סעקונדע וועט דער קויל אבפליהען נאך פינף מייל פון בארג און וועט זיך אראָבלאָזען נאך 16 פוס פון דעם פונקט וואו ער געפינט זיך צום ענדע פון דער ערסטער סעקונדע אָדער 48 פוס פון דער ליניע EC, (זעה דעם ערסטען ביבעל; „וויא קערפּער פאלען") אבער דיא ערד וועט זיך אויך אפּבייגען 48 פוס מעהר פון A D, דיא קוגעל וועט זיך געפינען אין פונקט D און דיא ערר אנטקעגען אין פונקט B, אלץ טאקע ערוויטערט 1000 פוס איינע פון דיא אַנדערע און אזוי וועט דאס געהען וויטער, דער קויל וועט אימער פאלען צו דער ערד, אָבער וועט קיינ־מאל ניט אראָב פאלען צו איהר, און וועט פארבלייבען דיעזעלבע 1000 פוס העכער פון איהר. און אזוי וואָלט פון דעם קאנאָנען קויל געוואָרען א

קליינינקע לבנה, וואס וואָלט זיך אימער געדרעהט ארום דער ערד, דאס הייסט אימער פאלען צו איהר און קיינמאל ניט אראָבפאלען.

דיזע פּיצינקע לבנה וואָלט גאנץ שנעלל געמאכט איהר קרייז ארום אונזער ערד. אזוי וויא זיא האט אַ געשווינדקייט צו מאכען פינף מייל אַ סעקונדע, הייסט דאס אז אין א שטונדע וואָס בעשטייט פון 3600 סעקונ־דען וואָלט זיא דורכגעמאַכט א שטח פון 3600 מאל פינף מייל אָדער אכ־צעהען טויזענט מייל און אין וויניגער פון צוויי שטונדען וואָלט זיא צוריק־געקומען צום פּלאץ פון וואנען זיא האט אָנגעהייבען איהר רייזע ארום דער ערד, ווארום דיא גאנצע ערד ארום און ארום קומט נאָך ניט צו דרייסיג טויזענט מייל, זיא אין דער ווירקליכקייט א ביסעל וויינינער פון 25000 מייל. מיינט אבער ניט אז עס איז לייכט דורכצופיהרען אזא פּלאן און אין דער ווירקליכקייט צו פאבריצירען אזוינע לבנות.

ערשטענס האבען מיר נאָך דערוויילע ניט קיינע מיטלען ארויס־צושליידערן א קויל מיט אזא געשווינדקייט וויא פינף מייל אַ סעקונדע אדער 300 מייל א מינוטע. דאס איז אבער ניט קיין גרויסע צרה, אפילו יעצט זיינען מיר גאָר ניט אזוי ווייט אז מען זאל ניט האבען קיין האָפענונג ווען עס איז אים שטאנדע צו זיין צו שליידערן זאכען מיט אַ געשווינדקייט פון פינף מייל אַ סעקונדע. היינטיגען טאָג קען מען שיסען מיט א געשווינדקייט פון מעהר פון א האלבען מייל אַ סעקונדע.

דיא צווייטע הינדערנים איז שוין יא אזא ערנסטע אז מיר מוזען אָפּגעבען אלע האָפענונגען ווען עס איז צו ווערען פאבריקאנטען פון לבנות. דאס איז דיא הינדערנים פון לופט, וואס רינגעלט ארום אונזער ערד וויא א דינע קארע פון א פּאָר הונדערט מייל. דיא לופט שטערט יעדע זאך צו פליהען אימער מיט דער זעלבער געשווינדקייט מיט וועלכער זיא איז צום ערשטען מאל ארויסגעשליידערט געוואָרען, און וואס שנעלער דיא זאך טראגט זיך אין לופט, אלץ שטארקער איז דיא הינדערנים פון לופט, ווייל וואס שנעלער דיא זאך בעוועגט זיך מוז זיא אלץ מעהר לופט דורכשניידען און דאריבער פערקלענערט זיך איהר ערשטע געשווינדקייט אלץ מעהר און מעהר. דיא נאטירליכע פּלאנעטען און לבנות וואלטען אויך ניט געקענט פארטזעצען זייער

אייבינע בעוועגונג ווען זייא וואלטען האבען צו פעכטען מיט א אטמאספערע פון לופט, וועלכע איז אזוי געדיכט וויא אונזערע.

איך וויל אבער ניט אז איהר זאלט פארבלייבען מיט דער מיינונג, אז ניוטאן האט זיך בענוגענט מיט דער ערקלערונג אז דיא ערד ציהט צו דיא לבנה וויא זיא ציהט צו אלע פאַלענדע זאכען דא אויף דער ערד און אז דיא זון ציהט צו דיא פלאנעטען און צווינגט זיי צו דרעהען זיך אין עליפסען, גראדע אזוי וויא דיא לבנה דרעהט זיך אין איהר עליפס ארום דער ערד. מיט אזא איינפאכער ערקלערונג וואלט ניט געווען אזוי לייכט בייצוקומען דיא גאנצע וועלט מיט איהרע פאָראורטהיילע פון טויזענדער יאהרען.

דא האט מען געמוזט קומען מיט א געזעץ וואס זאל אזוי פאלקאמען בעארבייט זיין אין אלע איינצעלהייטען און אזוי שטארק בעוויזען מיט עקספערימענטען, מיט בעווייזע און פאקטען אז מי זאל קיין שום צווייפעל ניט האבען אין דיא ריכטיגקייט פון געזעץ.

דער געזעץ האט געמוזט ענטפערן אויף אלע פראגען וועגען דער צוציהונג קראפט פון דער ערד און פון דער זון. וואו ליגט דאס דיא צוציהונג קראפט פון דער ערד, אין איהר אויבערשטען טהייל, אין איהר אבערפלעכע, אין איהר מיטעלפונקט אדער אין א געוויסען טהייל פון איהר? ווארום זאל דיא לבנה ניט צוציהען דיא ערד, און מאכען דיא ערד זאל זיך דרעהען ארום איהר, און דיא פלאנעטען—ווארום זאלען זיי ניט מאכען דיא זון זאל זיך דרייען ארום זיי? וויא קען מען מעסטען דיא גרויס פון דער צוציהונג קראפט פון דער ערד, פון דער זון און דיא פלאנעטען? וועלכע אומשטענדען ווירקען צו פערקלענערען אדער צו פערגרעסערען דיא קראפט, און אין וועלכער מאָס פערענדערען זיי דיא קראפט? וואס פאר א בעווייזע זיינען דאָ אז דיא קראפט ווירקט גראדע אין דעם מאָס וויא דער געזעץ ווילל האבען?

ניוטאן האט געפיהלט און פערשטאנען דיא גרויסקייט און וויכטיגקייט פון דער אויפגאבע וואָס ליגט פאר איהם, און האט ניט געוואלט ארויס טרעטען פאר דער וועלט מיט זיין נייער לעהרע, איידער זיא וועט זיין פאָלקאמען בעארבייטעט, איידער ער וועט זיין

בעוואפענט מיט דיא שטארקסטע און מאטעמאַטיש—פינקטליכע בעווייזע זא אז דיא וועלט זאל זיך מוזען אונטערגעבען און אננעהמען דיא נייע לעהרע.

אין יאהר 1666 ווען ניוטאן׳ס געניאלער קאָפּ האט צום ערשטען מאל געפאסט דעם געדאנקען אז דיא זעלבע צוציהונג קראפט פון דער ערד וואס מאכט אלע זאכען זאָלען פאלען צו איהר, ווירקט אויך אויף דער לבנה און מאכט זיא פאלען צו דער ערד און האלט זיא אויף אייביג אין איהר קרייז ארום דער ערד, אז דיא ערד אליין גלייך מיט אלע אנדערע 7 פּלאנעטען דרייען זיך אייביג אין זייערע קרייזען ארום דער זון דורך דיא זעלבע ווירקונג פון דער צוציהונג—קראפט פון דער זון, האט ער אין דעם זעלבען יאהר שוין אויסגעפונען דעם געזעץ פון דער צוציהונג—קראפט אין א פאָלקאמענער מאטעמאטישער פאָרמע, וויא זיא בייט זיך מיט דער ווייטקייט פון דיא צוציהענדע קערפּער, און מיט דער מאססע שטאָף וואס געפינט זיך אין זיי, אז דיא צוציהונג קראפט ליגט ניט נאר אין דער ערד אָדער אין דער זון, זאָנדערן אין יעדער זאך, אין יעדער שטיקעל שטאָף, דאָס אייגענטליך דער פאלענדער שטיין בעזיצט דיא קראפט גראדע אזוי גוט וויא דיא ערד, דיא זון און דיא פּלאנעטען, דאס דיא לבנה ציהט צו צו זיך דיא ערד, דיא פּלאנעטען ציהען צו זיך דיא זון מיט איין ווארט אז אלע הימעלשע קערפּער: דיא זון, דיא לבנות, פּלאנעטען אפילו דיא גאנץ ערווייטערטע שטערען ווירקען יעדער איינצעלנער אויף אלע אנדערע מיט א געוויסער צוציהונג—קראפט, וועלכע קראפט קען גענוי אויסגערעכענט און געמאָסטען ווערען אויב מען וויס נאר דיא ווייטקייט פון דיא קערפּער, און דיא מאססע שטאָף אין זיי. און דאך האט דאס געדויערט 21 יאָהר ביז ער איז ארויסגעטראטען מיט זיינע בעריהמטע דריי ביכער וועלכע טראגען דעם טיטעל: „דיא מאַטעמאַטישע פּרינציפּען פון נאטור פּי־לאָזאָפיע„ אין מאנאט מאי 1687.

דאָס האט געדויערט אזוי לאַנג נאָר צוליעב א קליינעם פעהלער ניט אין זיין געזעץ, נאָר אין דעם צאהל פון מיילען וואס מען האט דאַן גערעכענט אז דיא לבנה איז ערווייטערט פון דער ערד.

נאכדעם וויא ער האט אין יאָהר 1666 אויסגעארבייט פאָלקאָמען זיין געזעץ פון דער צוציהונג־קראַפט און האָט בעוויזען וויא מען קען זיא גענוי בערעכענען און אויסמעסטען אויב מען וויים נאר דיא מאַסע שטאָף אין דיא צוציהענדע זאכען און זייער ערווייטערונג איינע פון דיא אנדערע, האָט ער זיך גלייך גענומען אויסצופּרובירען דיא ריכטיגקייט פון דעם געזעץ און האָט זיך געווענדט צו דער לבנה.

דיא לבנה דרעהט זיך ארום דער ערד, הייסט דאס אז זיא פאלט צו דער ערד צו. דיא שנעלקייט מיט וועלכע זאכען פאלען צו דער ערד צו וויסען מיר דאָך פּינקטליך. אלע זאכען, סיי לייכטע, סיי שווערע, סיי גרויסע, סיי קליינע, פאַלען דיא ערסטע סעקונדע 16 פוס, דיא צווייטע סעקונדע 48 פוס א.ז.וו. אלזא וואלט דיא לבנה געווען נאָהענט צו דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד גלייך וויא אלע אנדערע זאכען וואס מיר בעאָבּאַכטען פאַלען צו דער ערד צו, האָט זיא בעדאַרפט אָבקרימען זיך פון דער גלייכער ליניע 16 פוס יעדע סעקונדע, אָבער וויא עס איז שוין לאַנג בעוואוסט געווען, אז דיא לבנה איז 60 מאל מעהר ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד וויא יעדע זאך וואס ליגט אויבען אויף דער ערד, מוז זיא פאלען צו דער ערד, אָדער אראבקריכען פון דער גלייכער ליניע נאך ווייניגער פון א צווייהונדערטעל פון א פוס אין איין סעקונדע, אָדער 16 פוס אין א מינוטע, אזוי קומט אויס נאך דעם געזעץ פון ניוטאָן איבער דיא ווירקונג פון ווייטקייט אויף דיא צוציהונג־קראַפט.

דא האט ניוטאָן ריכטיג געטראַכט האָט ער א גוטען מיטעל צו בעווייזען אז זיין געזעץ פון דער צוציהונג־קראַפט וויא זיא פערקלענערט זיך מיט דער ערווייטערונג פון דיא צוציהענדע קערפּער איז וואהר. דיא גרויס פון דעם קרייז אין וועלכען דיא לבנה בעוועגט זיך איז שוין לאַנג נאָך פאַר ניוטאָן אויסגערעכענט געוואָרען. דיא לבנה מאַכט דעם גאַנצען קרייז דורך אין א געוויססער צייט, לאָמיר זאָגען אין אונגעפעהר 28 טעג, קען מען דאָך לייכט אויסרעכענען וואס פאַר א טייל פון דעם קרייז זיא מאַכט אין א מינוט. אז מי וויים דיא גרויס פון דעם גאַנצען קרייז, וויים מען דאָך אויך דיא גרויס פון יעדען בעשטימטען טייל פון דעם קרייז. וויסענדיג גענוי וואס פאר א שטרעקע דיא לבנה מאַכט אין א מינוט, קען מען לייכט מיט דער הילף פון מאטעמאטיק אויסרעכענען וויא

פיעל זיא איז אין דער ווירקליכקייט אראבגעפאלען פון דער גלייכער ליניע אין דערזעלבער מינוט.

ער האט זיך באלד גענומען צו דער ארבייט אויסצורעכענען וויא פיעל דיא לבנה קריכט אראב פון דער גלייכער ליניע אין א מינוט אננעהמענדיג דיא גרויס פון דער לבנה'ס קרייז, וועלבע איז אין זיין צייט בעוואוסט געווען, און דא האט ער געפונען אז דיא ווירקליכקייט שטימט ניט מיט דיא צאהל וואס דיא לבנה האט בעדארפט אראפפאלען נאך זיין געזעץ נאך.

נאך זיין געזעץ דארף דיא לבנה אראבפאלען 16 פוס א מינוט. און דיא ווירקליכקייט וויא זיא איז איבעראל אנגענומען געווען אין זיין צייט צייגט אז זיא פאלט נאר עטוואס מעהר פון 14 פוס א מינוט. אזא קליינער פעהלער וואלט ניט אבגעהאלטען אן אנדערען פון דרוקען זיין לעהרע, אבער ניוטאן מיט זיין שטארקען וויסענשאפטליכען זין, פיהלענ־דיג דיא וויכטיגקייט פון זיין נייע רעוואלוציאנערע לעהרע האט זיך יע אבגעשטעלט פאר דעם קליינעם פעהלער, און „ער האט", וויא ער זאגט אליין „אבגעלייגט אן א זייט אויף א לאנגע צייט דיא וייטערע פארשונג איבער דיא זעלבע פראגע".

וויא עס האט זיך אבער שפעטער געצייגט, איז דער פעהלער גע־ווען ניט אין זיין געזעץ זאנדערן אין דיא גרויס פון דער לבנה'ס קרייז וואס איז אנגענומען געווארען נאך דיא מעסטונגען וואס זיינען פריהער געמאכט געווארען. ניוטאן אליין האט נאך ניט געקענט זיין אזוי שטארק איבערצייגט אין זיין געזעץ אום צו דענקען אז דער פעהלער ליגט ערגעץ אנדערש וואו.

אזוי זיינען פערביייגעלאפען גאנצע 16 יאהרען, ביז דעם יאהר 1682 ווען ניוטאן זיצענדיג אויף א פערזאמלונג פון דיא לאנדאנער געלעהרטע האט זיך דערוואוסט פון א נייע ארבייט פון איינעם א פראנצויזישען גע־לעהרטען מיט'ן נאמען פיקאר. פיקאר האט אין זיין ווערק גענומען זיך מיט דיא פארבעסערטע מיטלען פון זיין צייט פינקטליך אויסצומעסטען וויא ווייט עס איז פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד ביז איהר אויבער־פלעבע. נאך דיא אלטע רעכענונגען נאך איז אויסגעקומען אז פון דער אויבערפלעכע פון דער ערד ביז איהר מיטעלפונקט איז 16 מיליאן פראנ־

צווישע פוס, דאס איז עפּעס מעהר פון 3000 ענגלישע מיילען. פּיקאַר האָט דייטליך בעוויזען אז דיא איבעראַל אנגענומענע מאס איז ניט פּאָל־קאָמען ריכטיג, אז אייגענטליך איז דיא ווייטקייט פון דעם אויבען פון דער ערד ביז איהר מיטען פיעל מעהר פון 16 מיליאָן פוס, אז דיא ריכטיגע מאס פון דער ווייטקייט איז 19 מיליאָן פוס, אין ענגלישע מיילען הייסט דאס אז דער פעהלער אין דיא אַלטע רעכענונגען דערגרייכט כמעט 800 מייל. דיא ווייטקייט פון א קרייז ביז דעם מיטעלפּונקט פון דעם־זעלבען קרייז הייסט אין וויסענשאַפט דער ראַדיאוס פון דעם קרייז.

דיא גרויס פון דער לבנה׳ס קרייז הייננט אין גאַנצען אָב פון דעם ראַדיאוס פון דער ערד. עס איז בעוואוסט געווען אז דיא ווייטקייט פון דער לבנה׳ס קרייז ביז׳ן מיטעלפּונקט פון דער ערד איז 60 מאָל אזוי גרויס ווי דער ראַדיאוס פון דער ערד. אויב דער ראַדיאוס פון דער ערד איז ניט מעהר וויא 3000 מייל, וועט זיין דיא ווייטקייט פון דער לבנה׳ס קרייז 60 מאָל 3000 מייל אָדער 180 טויזענד מייל, אזוי אָבער וויא דער ראַדיאוס פון דער ערד איז מעהר פון 3800 מייל *) וועט דיא לבנה׳ס ווייטקייט אויסקומען 228 טויזענד מייל אן אנטערשייד פון 48 טויזענד מייל. היינט שטעלט אייך פאָר אז איהר האָט אן אנגעצייכנעטעם פאָדעם, 180 טויזענד מייל לאַנג וואָס איין עק פון איהם איז צוגעבונדען צום מיטעלפּונקט פון דער ערד, און דער צווייטער עק דרעהט זיך אין א ראָד ארום דעם צוגעבונדענעם עק. דער ראָד אין וועלכען דער אַנדער עק דרעהט זיך ארום און ארום וועט זיין געווים גרויס. וויא אבער אז דער פאָדעם זאָל זיין מיט 48 טויזענד מייל לייגגער, וועט דער קרייז אויסקומען פיעל גרעסער וויא דער ערסטער. מיט דער הילף פון מאַטעמאַטיק קען מען גענוי אויסרעכענען אז דער צווייטער קרייז וועט זיך פערגרעסערען אויף מעהר פון 6 מאָל 48 טויזענד מייל, דאס הייסט אונגעפעהר 300 טויזענד מייל. איהר זעהט אז דער פעהלער פון 800 מייל אין דעם ראַ־דיאוס פון דער ערד האָט פאַרקלענערט דיא לבנה׳ס רעדעל אויף 300 טויזענד מייל.

---

*) דיא צאהל 3800 מייל איז ניט דיא ריכטיגע. דיא אמת׳ע צאהל איז עטוואס מעהר פון 3950 איינגלישע מייל.

ניוטאן איז געווען מאטעמאטיקער געגוג, אום דאס אלעס שנעל צו בעגרייפען, און וויא ער האט נאר דערהערט פון פיקארס ארבייט, איז ער האסטיג אוועק אהיים, און האט זיך גלייך גענומען צו דיא העפטע! וועלכע ער האט אבגעליינט צוליעב דעם קליינעם פעהלער אויף אזא לאנגע צייט, און האט איבערגעביטען דיא אלטע צאהלען פון דער גרויס פון דער לבנה׳ס קרייז אויף דיא ריכטיגע נייע צאהלען געגרינדעט אויף דיא פערריכטעטע מאס פון דעם ראדיאוס פון דער ערד נאך פיקארען נאך. איהר קענט זיך פארשטעלען זיין אויפרעגונג ווען ער האט דער־זעהען אז יעצט שטימט ביז א האר דער ווירקליכער פאלען פון דער לבנה מיט דעם וויא ער האט פארויס אויסגערעכענט אז זיא מוז פאלען נאך זיין געזעץ נאך. פון שטארקע אויפרעגונג דערציילט מען, אז ער איז ניט אים שטאנדע געווען צו ענדיגען דיא ארבייט אוז ער האט דאס איבער־געגעבען זיינעם א פריינד.

וויא נאר ער האט זיך איבערצייגט אין דער ווארהייט פון זיין געזעץ האט ער זיך גענומען מיט דער וואונדערליכער ענערגיע צו דיא פלאנעטען, דיא קאמעטען, דיא שטערען און צו פיעלע אנדערע עקספערימענטען און בעווייזע און האט איבעראל געפונען אז זיין געזעץ ערקלערט הונדערטער ערשיינונגען, אז מיט דער הילפע פון דעם געזעץ קענען מיר פינקטליך וויסען וויא פיעל דיא ערד וועגט, וויא פיעל דיא זון, אלע פלאנעטען, אז דיא בעוועגונגען פון דיא וואסערען אין דיא ימים וועלכע קומען אב און קומען צו מיט אזא רעגעלמעסיגקייט 2 מאל אין טאג, אין געוויסע פלע־צער שטארקער, אין אנדערע שוואכער זיינען פעראורזאכט דורך דער־זעלבער צוציהונג־קראפט פון דער לבנה און פון דער זון, און נאך פיעלע אנדערע זאכעז וואס קיינער האט ניט געקענט ערקלערען פאר איהם.

און נאר נאך 5 יאהר פון אזא ערפאלגרייכע ארבייט איז ער ארויס מיט זיינע דריי ביכער דיא "מאטעמאטישע פרינציפען פון נאטורפי־לאזאפיע".

יעצט בלייבט אונז גרינדליך בעקאנט צו ווערען מיט זיין געזעץ וועלכער האט אזוי פיעל אויפגעטאן, וועלכער האט געמאכט דיא גרעסטע רעוואלוציע אין דער געשיכטע פון מענשען׳ס דענקען, און וועלכע איז אזוי פאלקאמען בעארבייטעט פון ניוטאנען אז ניט נאר געוויינליכע מענשען

אבער אפילו דיא גרעסטע מוחות פון אייראפא האבען זיך געוואונדערט וויא אזוי איין מענש האט געקענט אזוי פיעל אויפטאן. אט האט איהר אייניגע מיינונגען פון דיא גרעסטע מאטעמאטיקער און דענקער איבער ניוטאָן און זיינע פרינציפּען

לייבניץ האט זיך א מאל אזוי אויסגעדריקט איבער ניוטאנען: „אז מען זאָל נעהמען אלע מאטעמאטיקער פון אנפאנג פון דער וועלט ביז ניוטאנען, וועט מען אויסגעפינען אז ניוטאן האט אויפגעטאן א העלפט וואס זיי אלע האבען אויפגעטאן און דערצו נאָך דיא גרעסטע און דיא בעסטע העלפט. לאפּלאס שטעלט דיא פרינציפּען העכער פון אלע ווערק פון דעם מענשליכען געדאנקען.

לאגראנזש זאָגט: ניוטאן איז דער גרעסטער זשעניע פון דער וועלט און אויך דער גליקליכסטער ווייל דיא וואהרע וועלט־סיסטעם איז דאָך נאר איינע און מען קען זיא נאר איינמאָל ענטדעקען“.

דער ענגלישער פּאָעט פּאָפּ דריקט זיך נאָך שעהנער אויס: „דיא נאטור און איהרע געזעטצע זיינען בעדעקט געווען מיט פינסטערניש, אבער גאט האט געזאָגט עס זאל זיין ניוטאָן און אלעס איז געווארען ליכטיג„.

נאָך דעם לויב־געזאנג פון אזוינע גרויסע מענער איז אינטערעסאנט צו הערען ניוטאָן׳ס מיינונג וועגען זיך זעלבסט; „איך ווייס ניט וויא איך זעה אויס פאר אנדערע, זאָגט ניוטאן; אין מיינע אויגען קוק איך אויס וויא א קינד וואָס שפּיעלט זיך אויף׳ן ברעג פון אן אונגעהייער גרויסע, ים און קלייבט צונויף גלאַטינקע שטיינדעלעך און שייניקע ראקאָווינקעס וועהרענד דער גרויסער ים פערדעקט פון זיינע אויגען דיא ווארהייט“

אויף זיין מצבה שטעהען געשריבען דיעזע ריכטיגע ווערטער; „פרייד זיך מענשען, וואָס אויף דער ערד האט עקזיסטירט אזא ציערונג פון דעם גאַנצען מענשליכען געשלעכט“.

יעצט געהען מיר גלייך אריבער צו דעם גרעסטען געזעץ פון דעם אונשטערבליכען ניוטאָן, דער געזעץ פון צוציהונג־קראפט.

דיא צוציהונגס קראפט און וויא זיא ווערט געמאסטען.

אום צו קריגען אן אלגעמיינעם בעגריעף וועגען דעם געזעץ פון דער צוציהונגס־קראפט וואלט איך געראטהען פריהער איבערצו־לעזען דיא עטליכע זייטען פון 49 ביז 53 פון דעם ערשטען ביכעל איידער איהר פאנגט אן צו לעזען דיזען ארטיקעל.

דא וועלען מיר זעהען בעקאנט צו ווערען אביסעל גרינדליכער מיט ניוטאן'ס געזעץ, מיט דער מאטעמאטישער פארמע אין וועלכער ניוטאן האט דעם געזעץ ארויסגעגעבען פאר דער וועלט און וויא אזוי מי האט געקענט פאזיטיוו בעווייזען אז אלע זאכען ציהען טאקע צו איינע דיא אנדערע.

לאמיר נעהמען צוויי קערפער: אונזער ערד־קוגעל און א שטיין וואס וועגט א פוד, און לאמיר זיך פארשטעלען פון איינפאכקייט וועגען, אז אויסער דיא צוויי קערפער עקזיסטירט קיין זאך ניט אויף דער וועלט; אז עס זיינען ניטא קיין שטערען, קיין זון קיין לבנה, ניטא אפילו קיין לופט, און מיר וועלען קענען בעטראכטען אין דער איינ־פאכסטער פארמע דיא קראפט צווישען דיא צוויי קערפער אהן קיין שום שטער.

דער שטיין ליגענדיג אויף דער ערד דריקט דיא ערד מיט א קראפט פון א פוד, אז מען וויל דעם שטיין אויפהויבען פון דער ערד, מוז מען אנווענדען א כח פון א פוד, ווייל דיא מאסע שטאף פון דער ערד און דיא מאסע שטאף פון דעם שטיין ציהען צו איינע דיא אנדערע מיט א קראפט פון א פוד. אויב דער זעלבער שטיין וואלט אין זיך ענטהאלטען צוויי מאל מעהר שטאף, וואלט דיא צו־ציהונג־קראפט צווישען איהם און דיא ערד אויף פערגרעסערט ווערען

צוויי מאל, און דער שטיין וואלט דריקען דיא ערד מיט א כח פון 2 פוד. וויא אבער אז דיא ערד, פערבלייבענדיג אין דיא זעלבע גרויס וויא זיא איז וואלט אין זיך ענטהאלטען 2 מאל מעהר שטאף, און דער שטיין זאל בלייבען וויא ער איז, וואלט אויך פאסירט דאס זעלבע, דיא צוציהונג קראפט צווישען זיי וואלט פערדאפעלט געווארען און דער זעלבער שטיין מיט דיא זעלבע מאסע שטאף אין איהם וואלט דריקען דיא ערד מיט א כח פון 2 פוד, מיט אנדערע ווערטער דער זעלבער פודאָווער שטיין, כאָטש אין איהם זעלבסט איז קיין פערענדערונג ניט פארגעקומען וואלט ווענען 2 פוד. דא זעהט איהר דעם ערשטען וויכטיגען געדאנק פון ניוטאן אז מאססע שטאף און געוויכט זיינען צוויי בעזונדערע זאכען.

מענשען, לעבענדיג שטענדיג אונטער געוויסע אומשטענדען און אורטהיילענדיג פון זייערע בעאבאכטונגען האבען דעם אונטערשייד ניט געקענט בעגרייפען. אין זייערע אויגען איז א פונט ברויט נאר דערפאר א פונט ווייל ער האט אין זיך א געוויסע מאסע ברויט־שטאף, און צוויי פונט ברויט מוז אונבעדינגט האבען צוויי מאל מעהר שטאף וויא איין פונט ברויט. דאס זעהט אוים אזוי קלאר און ריכטיג פאר יעדען איינציגען אז מען האט געקענט ערקלערען פאר א משוגענעם דעם וואס האט געוואגט צו צווייפלען אָדער דיספוטירען געגען אזא אָפענע וואהרהייט.

קומט ניוטאן און זאגט, אז דער פונט ברויט איז דערפאר א פונט ווייל דיא ערד־קוגעל האט אין זיך א געוויסע מאססע שטאָף, וועלכע ציהט צו דיא מאסע ברויט־שטאף מיט א קראַפט פון א פונט. דיא זעלבע מאסע ברויט שטאף אויף דער לבנה, וואלט גע־ווענען א זיבעטעל פון א פונט, ווייל דיא לבנה האט אין זיך וויינינער שטאָף וויא דיא ערד, פערקעהרט אויף דער פלאַנעטע נעפטון וואָס איז פיעל גרעסער וויא דיא ערד, וואלט אונזער פונט ברויט געווענען פיעל מעהר פון א פונט.

א געוויינליכער מענש וואס ווענט דא אויף דער ערד 150 פונט וואָלט ווענען אויף דער זון א שיינע 4000 פונט, דער פונט ברויט בלייבט דא אויף דער ערד אימער א פונט ברויט ווייל דיא מאסע

שטאָף פון דער ערד בייט זיך ניט. (אין דעם נעקסטען קאפּיטעל וועלען מיר זעהען אז אפילו דא אויף דער ערד, איז דער פונט ברויט ניט אומעטום א פונט, אָבער דאס איז ניט ווייל דיא מאסע שטאָף פון דער ערד בייט זיך, נאר ווייל דיא ערד דרייט זיך).

דיא אעראָליטען, דאס הייסט דיא שטיינער וואס פאלען עפּ־טערס פון דעם וועלט־רוים אויף דער ערד און פארגרעסערען דאריבער איהר שטאָף, שטעלען פאר אזא קליינינקייט אין פערגלייך מיט דיא מאססע שטאָף פון דער ערד, אז מי דארף זיי אין אנבעטראכט ניט נעהמען. אלזאָ אומקעהרענדיג זיך צו אונזערע צוויי קערפּער דיא ערד־קוגעל און דעם שטיין זעהען מיר, אז וויא פיעל מאל מי וועט פערגרעסערען דיא מאסע שטאָף סיי אין דיא ערד־קוגעל סיי אין דעם שטיין, גראדע אויף אזוי פיעל מאל וועט זיך פערגרעסערען דיא צוציהונג קראפט צווישען זיי, אָדער דער וואג פון דעם שטיין. אייב דיא מאססע שטאָף זאל זיך פערגרעסערען אויף אזוי פיעל און אזוי פיעל מאל אין ביידע קערפּער צוזאמען איז אויך לייכט צו בערעכנען דיא ענדערונג פון דער צוציהונג־קראפט צווישען זיי. לאָמיר זאגען דיא מאססע שטאָף אין דיא ערד זאל זיך פערגרעסערען דריי מאל, און אין דעם שטיין צוויי מאל, וועט דיא צוציהונג־קראפט צווישען זיי פערגרעסערט ווערען אויף צוויי מאל דריי אָדער 6 מאל און אונזער שטיין וועט דריקען דיא ערד מיט א כח פון 6 פוד.

דאס איז אלץ גערעדט געווארען ווען דער שטיין ליעגט אויף דער ערד. שטעלט אייך אבער פאר אז דער פוד שטיין, לאָמיר זאגען, איז 400 פוס ערווייטערט פון דער ערד. וואס וועט דאן פאר־קומען? דיא צוציהונג־קראפט האט ניט אויפגעהערטווירקען צווישען זיי, און אזוי וויא קיין זאך הינדערט ניט דיא קראפט, וועלען טאקע דיא ערד און דער שטיין נעהמען בעוועגען זיך איינע צו דיא אנדערע. דאס הייסט דיא ערד וועט פאלען צום שטיין צו, און דער שטיין צו דער ערד צו, אָבער דיא געשווינדקייט פון זייער פאלען וועט זיין שטארק פערשיעדען. דיא קראפט פון א פוד ציהענדיג דיא מאסע שטאָף וואס איז אין שטיין וועט מאכען דעם שטיין צו פאלען דיא ערשטע סעקונדע 16 פוס, דיא צווייטע סעקונדע 48 פוס, וויא עס איז

ערקלערט געווארען אין דעם ערשטען ביכעל, אָבער דיא זעלבע קראפט פון א פוד ציהענדיג דיא מיליאנען פודען שטאָף פון דער ערד צום שטיין צו, וועט ניט אים שטאַנדע זיין צו מאכען דיא ערד פאלען צום שטיין צו, א ביליאָנטהייל פון אן אינטש אין דער ערשטער סעקונדע, וואס דערפאר האבען מיר א פאלקאמענעם רעכט צו שפּרעכען נאר פון דעם פאלען פון דעם שטיין צו דער ערד און אין גאנצען לאָזען אָן א זייט דעם פאלען פון דיא ערד צום שטיין צו. פון דעם געזעץ פון פאלענדע קערפּער ווייסען מיר אז דער שטיין וועט מוזען אין 5 סעקונדען אראָבפאללען צו דער ערד צו: 5 מאל 5 מאל 16 פוס אָדער 400 פוס, דאס הייסט אז אין 5 סעקונדען וועט דער שטיין ווידער ליגען אויף דער ערד, וועהרענד דיא ערד אין דער קורצער צייט וואלט גלייך וויא ניט געריהרט זיך פון איהר ארט.

אויב דער שטיין וואלט געהאט 2 מאל מעהר שטאָף אין זיך, וואלט דיא קראפט וואס שלעפּט זיי איינע צו דיא אנדערע געוועזען 2 מאל גרעסער אבער דאך וואלט דיא געשווינדקייט פון פאלען ניט געביטען זיך, וויל דיא קראפט פון 2 פוד וואלט דארפען בעוועגען דעם שטיין פון א פערדאפּעלטער מאסע, און דער שטיין וואלט אלץ פאלען דיא ערשטע סעקונדע 16 פוס וויא פריהער, אמת דיא ערד וויל איהר שטאָף בלייבט דיא זעלבע וואלט געפאלען צום שטיין 2 מאל שנעללער וויא פריהער, אבער דאך אפילו איהר פערדאפּעלטע געשווינדקייט וואלט נאך זעהער ווייט געווען פון א בילליאָנטהייל פון אן אינטש, און מען קען דאס נאך אלץ ארויס לאזען פון רעכענונג. וויא אָבער אז דיא ערד וואלט געהאט 2 מאל מעהר שטאָף אין זיך, וואלט אויך פאסירט דיא זעלבע, דיא צוציהונג־קראפט צווישען זיי וואלט געווארען 2 מאל גרעסער, אָבער דאן וואלט שוין געווען א גרויסער אונטערשייד אין געשווינדקייט פון דעם פאלען פון דעם שטיין, דיא קראפט פון 2 פוד, ווירקענדיג אויף דיא אונפערענדערטע מאססע שטאָף פון שטיין, וואלט עם געמאכט פאלען 32 פוס דיא ערשטע סעקונדע אנשטאט 16, 96 פוס דיא צווייטע א. ז. וו. זא אז דער שטיין וואלט אראבגעפאלען דיא 400 פוס אין פיעל וויניגער פון 5 סעקונדען.

יעצט לאמיר נעהמען דיא אנדער העלפט פון זיין געזעץ וואס ציינט וויא דיא קראפט בייט זיך מיט דיא ערווייטערונג פון דיא צוויי קערפער. דער געזעץ לויטעט, אז וואס גרעסער עס איז דיא ערווייטערונג פון דיא 2 צוציהענדע קערפער אלץ קלענער ווערט דיא קראפט וואס ציהט זיי צו איינע צו דיא אנדערע און אז דיא קראפט פערקלענערט זיך ניט אין דערזעלבער מאָס וויא דיא ערווייטערונג, נאר כפל־כפלים פון איהר. דאס הייסט אויב ד"א ערווייטערונג איז 2 מאל גרעסער, וועט דיא קראפט פערקלענערט ווערן ניט 2 מאל, נאר כפל־כפלים פון 2 אָדער 4 מאל, אויב דיא ווייטקייט איז 3 מאל גרעסער, וועט דיא קראפט קלענער ווערן 3 מאל 3 אָדער 9 מאל, אויב דיא ווייטקייט איז 8 מאל גרעסער וועט דיא קראפט קלענער ווערען 8 מאל 8 אָדער 64 מאָל א. ז. וו.

דער לעזער וועט פיעללייכט פרעגען: אויב דיא ערווייטערונג שפיעלט אזא גרויסע ראָלע אין פערקלענערען דיא צוציהונגס־קראפט, היינט ווארום האבען מיר דאס אין אנבעטראכט ניט גענומען אין אלע אונזערע רעכענונגען וועגען זאכען וואס פאלען פון א געוויסער הויך פון דער ערד? אין דעמזעלבען ארטיקעל שפרעכענדיג וועגען דעם פאל אז דער שטיין איז 400 פוס ערווייטערט פון דער ערד, איז דיא רעכענונג געמאכט געווארען גלייך וויא דיא צוציהונגס־קראפט צווישען דעם שטיין און דיא ערד איז אלץ געבליבען דער זעלבער פוד, וועהרענד נאָך'ן געזעץ פון ערווייטערונג נאך האט דיא קראפט געדארפט פערקלענערט ווערען 400 מאל 400 דאס הייסט 160 טויזענד מאל און פון דיא קראפט פון א פוד האט געדארפט ווערען כמעט גאָר נישט. הייסט דאס דען ניט אז אלע פריהער־ריגע רעכענונגען וועגען פאלענדע קערפער זיינען געוועזען אין גאנצען פאלש?

אום צו געבען צו פערשטעהען דעם לעזער אז דיא אלע פריהערדיגע רעכענונגען זיינען פאלקאמען ריכטיג און דאך ווידער־שפרעכען זיי ניט אויף א האר דעם געזעץ פון ערווייטערונג מוזען מיר זיך אביסעל לייננער אָבשטעלען אויף דעם פאל ווען דער שטיין ליגט אויף דער ערד. ווארום ציהט דיא ערד צו דעם שטיין, און

דער שטיין דיא ערד? ווייל שטאף ציהט צו שטאף. גוט. אָבער דער שטיין, קליין וויא ער איז, בעשטעהט דאך פון בילליאָנען קליי־נינקע טהיילכעלעך שטאָף, היינט ווער רעדט שוין פון דיא ערד קוגעל? זיא מוז האבען א אונגעהייערע צאל פון טהיילכעלעך.

ווען דער שטיין ליגט אויף דער ערד, איז דאך דא אייגענטליך א גאנץ אונבעדייטענדע צאל טהיילכעלעך פון דער ערד און פון דעם שטיין וואס ריהרען אָן דירעקט איינע דיא אנדערע, וואס איז אָבער מיט דיא ביליאָרדען אנדערע טהיילכעלעך? — אייניגע פון זיי זיינען נעהענטער, אנדערע גאנץ ווייט איינע פון דיא אנדערע, פיעלע פון זיי זיינען כמעט ערווייטערט 8000 מייל, יעדער טהיילכעלע ציהט אין פערשידענע ריכטונגען און מיט פערשידענע קראפט נאָך זיין ווייטקייט נאָך.

ווען מיר רעדען פון דער צוציהונג קראפט צווישען דיא ערד און דעם שטיין, מיינען מיר דיא סומע, דעם סך הכל פון אלע פער־שידענע צוציהונגען פון דיא טהיילכעלעך, וואס ווירקט אין איין ריכטונג, אלס רעזולטאט פון דיא פערשידענע ריכטונגען. אז איהר זאלט איינשפאנען 10 פערד מיט פערשידענע קראפטען צו שלעפען א שטיין אין פערשידענע ריכטונגען וועט דער שטיין געשלעפט ווערען אין איין ריכטונג מיט א געוויסער קראפט, זאָ דאָס אלע 10 פערד קענען פערביטען ווערען דורך דיא געוויסע קראפט וואס זאָל שלעפען אין דער ריכטונג אין וועלכער דער שטיין ווערט אין דער ווירקליכקייט בעוועגט.

אזוי וויא דיא ערד איז א קוגעל, ווערט דער שטיין צוגעצוי־גען צו איהר מיטעל־פונקט אלס רעזולטאט פון אלע פערשידענע ריכטונגען פון דיא פערשידענע טהיילכעלעך מיט א קראפט גלייך וויא איהר גאנצע שטאף וואלט זיין איינגעפאקט אין דעם איינצעלנעם פונקט, אין איהר מיטעל־פונקט, וואס איז אינוועניג אין דער ערד און איז אונגעפעהר 4000 מייל ווייט פון איהר אויבערפלעכע. אלזא ווען מיר שפרעכען פון דער צוציהונג־קראפט פון דעם גאנצען שטיין, און פון דיא גאנצע ערד און ניט נאָר פון דיא אייניגע טהיילכעלעך וואס זיינען אין ווירקליכער בעריהרונג, דארף מען רע־

בענען דיא צוציהונג קראפט פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד צום מיטעלפונקט פון דעם שטיין. פארשטעלענדיג זיך אז אין דיא מיטעלפונקטען זיינען אריינגעקוועטשט געווארען דיא גאנצע שטאפען פון דיאביידע קערפער.

אויף אזא אופן וועט אויסקומען אז דער שטיין כאטש ער ליגט אויף דער ערד, איז דאך ערוויטערט פון איהר 4000 מייל, ווייל דאס איז דיא ערוויטערונג פון זייערע מיטעלפונקטען. א מייל האט אין זיך איבער 5000 פוס, 4000 מייל קומט אויס איבער 20 מיליאן פוס, אלזא הייסט דאס דיא קראפט פון א פוד איז געוועזען ווען זיי זיינען ערוויטערט 20 מיליאן פוס, אז איהר זאלט אפילו אויפהייבען דעם שטיין ניט 400 פוס נאר עטליכע טויזענד פוס, וועט דאס האבען אזא קליינע ווערדע אנטקעגען 20 מיליאנען אז מיר האבען פאלקאמען רעכט געהאט צו בעטראכטען דיא קראפט פון א פוד וויא אונפערענדערט.

אויב דיא ערד וואלט איינגעשרונקען ווערען אז איהר ראדיאוס, דאס הייסט דיא ווייטקייט פון איהר מיטעל פונקט ביז דיא אויבערפלעכע, זאל ווערען 2000 מייל דאן וואלט דערזעלבער שטיין, כאטש דיא מאסע שטאף אי אין עם אי אין דיא ערד איז געבליבען דיא זעלבע, ווענען 4 פוד. ווייל דיא ערוויטערונגען צווישען זייערע מיטעל־פונקטען איז געווארען 2 מאל קלענער, נעמליך 2000 אנשטאט 4000 מייל, און דערפאר וואלט דיא צוציהונגס־קראפט ווערען 2 מאל 2 גרעסער. פערקעהרט, אויב דיא ערד, ניט בייטענדיג איהר שטאף וואלט געוועזען גרעסער וויא זיא איז און וואלט האבען א ראדיאוס פון 8000 מייל, וואלט דער שטיין זייענדיג ערוויטערט פון דעם ערד'ס מיטעל פונקט 2 מאל מעהר וויא פריהער, געוועגען 2 מאל 2 וויניגער דאס הייסט א ¼ פוד.

דא האט איהר ניוטאן'ס גאנצען געזעץ פון צוציהונגס־קראפט אין זיין מאטעמאטישער פארמע. דיא קראפט ווערט פערגרעסערט אויף אזוי פיעל מאל, וויא דיא מאסע שטאף פון איינע פון דיא מיטווירקענדע קערפער, און זיא ווערט פערקלענערט כפל־כפלים וויא דיא ערוויטערונג פון דיא קערפער. דער געזעץ בלייבט דערזעלבער

ווען עס זיינען דאָ מעהר וויא צוויי קערפּער, געוויס וואָס מעהר קערפּער אַלץ קאָמפּליצירטער (פערפּלאָנטערטער) ווערט דיא זאַך. געהמט, צום ביישפּיעל, דיא זון, דיא לבנה און דיא ערד. זיי בעשטעהען פון פערשידענע מאסען שטאָף, דיא לבנה האט ארום 80 מאָל וויניגער שטאָף וויא דיא ערד, דיא זון האט אבער 300 טויזענט מאָל מעהר שטאָף וויא דיא ערד, זעלבסט פערשטענדליך מוז דיא צוציהונגס-קראַפט פון דער זון זיין אונגעהייער גרויס, און דיא ערד וועט פאַלען צו דער זון, וועהרענד דיא זון בלייבט אונבעוועגליך. אויך זיינען זיי פערשידען אין זייער ערווייטערונג פון דער ערד. דיא לבנה וויא פריהער געזאָגט, איז ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד 60 מאָל מעהר וויא דער שטיין וואָס ליגט אויף דער ערד, דאָס הייסט 60 מאָל 4000 מייל, אדער אונגעפעהר 240 טויזענט מייל, דיא זון אבער איז ערווייטערט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד מעהר וויא 90 מיליאָן מייל. דיא 3 דריי קערפּער ציהען איינער דעם אנדערן מיט א קראַפט וואָס קען לייכט אויסגערעכענט ווערען פון זייערע מאסען און ערווייטערונגען.

מיר האבען געזעהען וויא ניוטאָן מיט דער הילף פון זיין געזעץ האט געקענט אויסרעכענען וויא פיעל דיא לבנה דאַרף פאַלען אין א סעקונדע צו דער ערד. אדער וויא פיעל זיא קריכט אראָב פון א גלייכער ליניע אין א סעקונדע. איהר קענט דעם רעכענונג אַלליין מאַכען. דאָ אויף דער ערד פאַלט יעדע זאַך 16 פוס א סעקונדע, און 60 מאָל 60 מאָל 16 פוס אין א מינוט (נאָך'ן געזעץ פון פאַלענדע קערפּער) דיא לבנה אבער איז 60 מאָל ווייטער פון דער ערד וויא דער פאַלענ־דער שטיין, דאריבער דאַרף זיא פאַלען צו דער ערד 60 מאָל 60 וויניגער וויא דער שטיין, דאָס הייסט זיא וועט פאַלען אין א מינוט גראָדע וויא דער שטיין אין א סעקונדע, און איהר האט געזעהען וויא ריכטיג דאָס שטימט מיט דער ווירקליכקייט. דיא זעלבע רעכענונג קען מען געברויכען צו וויסען וויא פיעל דיא ערד און אַלע אנדערע פּלאַנעטען דארפען פאַלען צו דער זון צו, אייב נאָר מי וויים דיא מאסע שטאָף פון דער זון. פערקעהרט אויב איהר ווייסט פּינקטליך וויא פיעל דיא ערד אין איהר יעהרליכע בעוועגונג קריכט אראָב פון דער

גלייכער ליניע אין א סעקונדע צייט אויך איהר ערוויי-טערונג פון דער זון, קען מען אויסרעכענען וויא פיעל שטאַף דיא זון האט אין זיך.

איהר גערדיינקט דאך וויא מען האט געקענט אויסרעכענען וויא פיעל דיא לבנה פאַלט אַראָב צו דער ערד אין א מינוט. דאָס זעלבע קען מען לייכט אנוועגדען צו דער ערד. זיא מאַכט איהר קרייז פון א געוויסער גרויס ארום דער זון אין 365¼ טעג. אזוי וויא דיא גרויס פון איהר גאַנצען קרייז אדער עליפּס איז בעוואוסט, קען מען דאך גאַנץ איינפאַך בערעכענען וועלכען טהייל פון קרייז, און וואָס פאַר א שטרעקע זיא מאַכט אין איין טאָג, אדער אין איין סעקונדע, און וויא פיעל דיא ערד לאזט זיך אַראָב צו דער זון אין דער צייט פון דער סעקונדע. אַז איהר ווייסט שוין דיא שטרעקע וואָס דיא ערד פאַלט אַראָב אין א סעקונדע, קענט איהר גאַנץ לייכט בערעכענען וויא פיעל מאָל דיא זון איז שווערער פאַר דער ערד.

א שטיין וואָס איז 4000 מייל ווייט פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד און ווערט צוגעצויגען דורך דיא מאסע שטאַף וואָס איז אין איהר פאַלט יעדע סעקונדע 16 פוס, אייב דער שטיין וואלט געווען אזוי ווייט פון דער ערד וויא דיא ערד איז ווייט פון דער זון, דאָס הייסט ניט איינמאָל 4000 מייל, אבער 23000 מאָל 4000 מייל וואלט ד'ער שטיין געדאַרפט פאַלען, נאָך'ן געזעץ פון ערוויי-טערונג 23000 מאָל 23000 וויינינגער פון 16 פוס, דאָס קומט אויס א אונגעהייער פיצינקע שטרעקע, איבער 500 מיליאן מאָל וויינינגער פון 16 פוס. אלזא וואלט דיא זון געהאט ניט מעהר שטאַף וויא דיא ערד, וואלט דיא ערד יעדע סעקונדע געדאַפט אַראָבפאַלען צו איהר אבער 500 מיליאן מאָל ווענינגער פון 16 פוס, אבער אזוי וויא אין דער ווירקליכקייט פאַלט דיא ערד צו דער זון צו 330 טויזענט מאָל מעהר וויא דיזע פיצינקע שטרעקע, הייסט דאָס אַז דיא זון האט אין זיך 330 טויזענט מאָל מעהר שטאַף וויא דיא ערד. אט אזוי האט מען געקענט דערגיין דיא וואָג פון דער זון, אייב מען ווייס דיא וואָג פון דער ערד.

דאָס זעלבע קען מען אנוועגדען צו אלע פּלאַנעטען וואָס דרעהען זיך ארום דיא זון, צו אלע לבנות וואָס דרייען זיך ארום דיא פּלאַנעטען, און אומעטום אויסגעפינען וויא ריכטיג עס איז דיא צווייטע העלפט

פון ניוטאָן'ם געזעץ, אַז דיא צוציהינג קראַפט פערקלענערט זיך כפל־כפלים דורך דיא ערווייטערונג צווישען דיא צוציהענדע קערפּער.

איהר זעהט אַז אייגענטליך איז געווען לייכטער צו בעווייזען דיא צווייטע העלפט, וויא דיא ערסטע, ווייל מיר האָבען אַזוי פיעל הימעלשע קערפּער פון פערשידענע ווייטקייט, און אין יעדען פאַלל האט מען געקענט בערעכענען נאָך'ן געזעץ פון ערווייטערונג, וויא פיעל דער קערפּער דאַרף אַראָבקריכען פון דער גלייכער ליניע אין אַ געוויסע צייט, און אומעטום האט דאָס פּאַלקאָמען געשטימט מיט דער ווירקליכקייט.

פיעל שווערער איז אבער געווען צו בעווייזען מיט קלאָרע עקספּערימענטען, אַז יעדע שטיק שטאָף ציעהט צו דיא אַנדערע שטיק שטאָף, און אַז דיא קראַפט פון דעם צוציהען פערגרעסערט זיך אדער פּערקלענערט זיך גראַדע אויף אַזוי פיעל מאָל וויא דיא פערגרעסערונג אדער פערקלענערונג פון דיא מאַסע שטאָף אין איינעם פון דיא צוציהענדע שטיקער שטאָף.

אַז שטאָף ציהט צו שטאָף קען מען בעווייזען מיט איינינע בעאָבאַכטונגען. אַ פּערפּענדיקעל לעבען אַ הויכען און גרויסען בּאַרג קעהרט זיך אב עטוואָס פון זיין געוויינליכער ריכטונג און בייגט זיך צום בּאַרג צו, דאָס הייסט דיא מאַסע שטאָף פון בּאַרג זייענדיג אַזוי נאָהענט צום פּערפּענדיקעל ציהט עם צו זיך און שלעפּט עם אביסעל אַראָב פון דיא ריבטונג, אין וועלכע דער מיטעלפּונקט פון דער ערד ציהט עם צו זיך. נאָך בעסער קען מען דאָס זעהען אין פאַל פון שווימענדע זאכען. זיי שטרעבען צוצושלאָגען זיך צום בּרעג פון דיא טייכען, אָזערעס, א. ז. וו. אין וועלכע זיי שווימען. וואָס שטילער דיא וואסער און וואָס נעהענטער זיי זיינען פון בּרעג, אַלץ שטאַרקער איז אין זיי דיא שטרעבונג און אַלץ שנעלער ווערען זיי אַרויסגעוואָרפען צום ברעג.

מיר ווייסען, אַז אַ זאַך וואָס שווימט האט פּאַרלאָרען איהר געוויכט, דאָס הייסט דיא צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד איז פערניכטעט געוואָרען, און דאריבער ווערט זיא צוגעצויגען בּיי דיא אַרומיגע ברעגען און בּערג. אבער דיא בעאָבאַכטונגען זיינען דאָך ניט גענוג צו בּעווייזען קלאָר דעם געזעץ אין זיין מאַטעמאַטישער פּאָרמע

מיט דער ערד זעלבסט קענען מיר דאך געוויס ניט מאכען קיינע עקספערימענטען. מי קען דיא ערד דאך אויף'ן טיש ניט אוועקלייגען. מיר זיינען ניט אים שטאנד איהר שטאף צו פערקלענערען אדער פארגרעסערען, מיר קענען זיא ניט איינפרעסען אדער פאנאנדערציהען, אום צו בעווייזען אז איהר צוציהונג־קראפט וועט זיך אזוי און אזוי פערענדערען וויא דער געזעץ וויל האבען.

דיא זעלבע ערד שטערט אונז צו מאכען עקספערימענטען מיט אנדערע שטיקער שטאף, ווייל איהר מאסע איז מיליאנען מאל גרעסער וויא דיא העכסטע בערג, וויא דיא שווערסטע זאכען מיט וועלבע מיר קענען עקספערימענטירען, זא דאס אין דער געגענווארט פון איהר קראפט מיט וועלבע זיא ציהט צו זיך צו אלע זאכען, ווערט כמעט וויא פערניכטעט דיא קראפט מיט וועלבע דיא פערשידענע זאכען דא אויף דער ערד ציהען צו איינע דיא אנדערע. אבער קאווענדיש האט דיא אלע שוועריגקייטען בייגעקומען און האט געפונען א מיטעל צו בעווייזען קלאר מיט עקספערימענטען וויא ריכטיג עס איז דיא ערסטע העלפט פון ניוטאן'ס געזעץ. מיט דעם זעלבען מיטעל האט ער אויס־געפונען וויא פיעל דיא ערד וועגט. ניוטאן אלליין האט געגעבען א פלאן וויא אויסצוגעפינען דעם געוויכט פון דער ערד, אבער אזוי וויא קאווענדיש האט אויס געבעסערט פיעלע איינצעלהייטען, און האט געמאכט דעם עקספערימענט וויא ווייט מעגליך פאלקאמען, וועלען מיר זיך בעסער אבשטעלען אויף זיין עקספערימענט (פראבע). אין זיין עקספערימענט האט ער בענוצט א גאנץ איינפאכען אינסטרומענט, וועלכער איז יעדען בעקאנט, א פערפענדיקעל. אום זיין פלאן צו פערשטעהען מוזען מיר פריהר בעטראכטען וואס איז דיא אורזאכע וואס מאכט דעם געוויינליכען פערפענדיקעל פון א זייגער זיך וויגען אהין און צוריק.

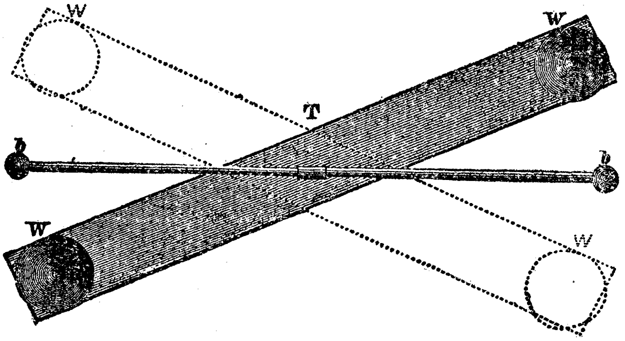
ווען דער פערפענדיקעל הייננט רוהיג, ווערט ער צוגעצויגען צו דער ערד און זיין שפיץ ציינט אן אויף דעם מיטעלפונקט פון דער ערד. אזוי וויא דיא קראפט וואס שלעפט איהם איז ניט שטארק גענוג עם אבצורייסען פון דעם פלאץ אויף וועלבען ער הייננט, בלייבט ער רוהיג.

גיט אָבער דעם פּערפּענדיקעל א שטויס אָן א זייט, וואס דורך דעם שלעפּט איהר עם ארויס פון דער ריכטונג אין וועלכער ער איז צוגעצויגען געוועזן צו דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד, קען ער אין דער איינגעבייגענע לאגע ניט פערבלייבען און ער וועט נעהמען פאלען צוריק צו זיין פריהערדיגער לאגע פון רוהע, דאס הייסט צום מיטעלפּונקט פון דער ערד; ווען ער קומט אָבער צו דיעזער לאגע, האט ער אין זיך דורך דעם געזעץ פון אינערציע בעקומען א שטרעבונג צו בעוועגען זיך אימער מיט דער זעלבער געשווינדקייט, וואס ער האט געקראָגען אין דעם מאָמענט ווען ער האט דערגרייכט זיין פריהערדיגע לאגע פון רוהע, און אזוי וויא אויסער דיא לופט שטערט עם קיין זאך ניט פאָרטצוזעצען זיין בעוועגונג, וועט ער ווייטער אָבקעהרען זיך פון דעם מיטעלפּונקט פון דער ערד. אזוי ווייט און אזוי הויך, ביז דיא אינערציע וועט פארניכטעט ווערען דורך דיא צוציהונגס קראפט וואס שלעפּט איהם צום מיטעלפּונקט, דאן וועט ער צוריק אָנהייבען פאַללען צום מיטעל־פּונקט, קומענדג צו איהם וועט איהם דיא אינערציע ווייטער אבציהען פון דעם מיטעלפּונקט און זאָ ווייטער. אייב׳ ניט דיא שטערונג פון לופט, און דיא רייבונג אין דעם פּלאץ וואו דער פּערפּענדיקעל היינגט, וואלט ער זיך אזוי אייביג וויגען אהין און צוריק.

איהר זעהט, אַז דיא צוציהונגס־קראפט פון דער ערד איז דיא אורזאכע וואָס מאכט דעם פּערפּענדיקעל שווינגען אהין און אהער. וואס שטארקער דיא קראפט, אַלץ שנעלער וועט ער זיך שווינגען, און דא האבען מיר א פיינעם אינסטרומענט צו מעסטען דיא צוצי־הונגס־קראפט. אַנשטאט צו בעאָבאַכטען דיא פאַלענדע קערפּער, וואס איז זעהר אונבעקוועם, ווייל מי מוז זיי ווארפען פון הייכע געביידען, און זייער פאלען געהט צו זעהר שנעל און אין א קורצע צייט, קענען מיר גאנץ בעקוועם ציילען וויא פיעל מאָל דער פּער־פּענדיקעל שווינגט אהין און אהער אין א שטונדע אָדער אַפילו אין א גאנצען טאָג, און פון דיא צאהל פון זיין שווינגען קען מען לייכט, דורך געוויסע מאטעמאטישע פאָרמולעס, אויסרעכענען דיא קראפּס וואָס מאכט עם שווינגען. צו דער זעלבער צייט איז דער אינסטרו־

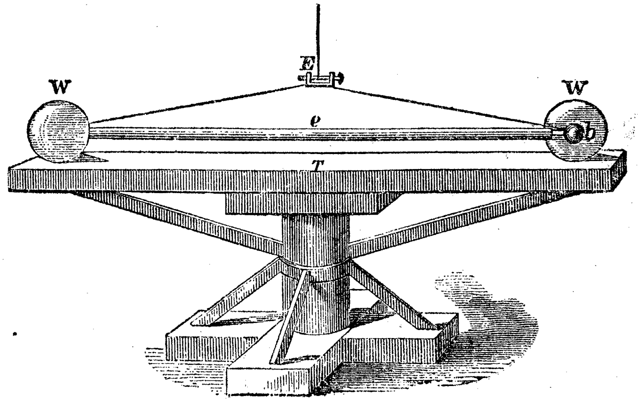
מענט ניט נאר איינפאך און בעקוועם, ער וועט אויך געגוי בעווייזען דיא מינדעסטע פערענדערונג אין דער צוציהונגס־קראפט. נעהמט צום ביישפיעל א פערפענדיקעל וואס גיט זיך א שוואונג איין מאל אין א סעקונדע. ווען דיא צוציהונג־קראפט זאָל אפילו אויף א האָרעלע אונבעדינגט מוזען פערקלענערט ווערען, וועט דאָך זיין שווינגען געדויערען עטוואס מעהר וויא א סעקונדע, דער עטוואס מעג זיך זיין וויא קליין, אפילו אזוי קליין אז עס זאל זיין אונמעגליך דאס צו בעמערקען אויף דיא פיינסטע זייגערס, וועט דאס דאך האבען א ווירקונג אויף דיא צאל פון זיין שווינגען אין א טאג. פערגעסט ניט אז דער סעקונדע־פערפענדיקעל שווינגט זיך 60 מאל 60 אָדער 3600 מאל אין איין שטונדע, אין 24 שטונדען קומט דאס אויס גראדע 86,400 מאל. איז אבער דיא צוציהונג עטוואס קלענער, וועט מוזען דיא צאהל 86,400 עטוואס פערקלענערט ווערען, און פון דיא פער־קלענערטע צאהל קען מען לייכט אורטהיילען איבער דיא פערענדערונג אין דער קראפט.

לאָ מיר זשע זעהען וויא אזוי קאווענדיש האט בענוצט דעם פערפענדיקעל אום 'כלאר צו בעווייזען ניוטאָ'ס געזעץ.



אין דער פיגור זעהט איהר אין מיטען א לאנגען שטאנג, אויף דיא עקען זיינען ארויפגעזעצט קוגלען bb ביידע פון פונקט דעם

זעלבען געוויכט. דער שטאנג מיט דיא קליינע קוגלען הייגט וויא דער שטאנג פון א וואָגשאל און ער קען זיך דערפאר גאנץ פריי בעוועגען רעכטס אדער לינקס. דיא ערד ציהענדעג איין קוגעל, קען איהם ניט אראָבציהען און מאכען פאלען, ווייל אויף דער אנדער זייט איז דא א קוגעל פון דעם זעלבען געוויכט, און אויף דעם אופן ווערט דיא קראפט פון דער ערד אויף איין קוגעל גלייך וויא פערניכטעט דורך דיא קוגעל אויף דיא אנדערע זייט, אזוי בלייבען דיא צוויי קוגלען פריי פון דיא ווירקונג פון דיא צוציהונגס־קראפט פון דיא ערד. דאן שטעלט קאווענדיש צוויי גרויסע בלייענע קוגלען W W אויף א טיש אונטער דעם שטאנג נאהענט פון דיא עקען b b פון דעם שטאנג. איין קוגעל W איז פון פארענט, דיא אנדערע פון הינטען פון דיא שטאנג. דיא צוויי בלייענע קוגלען ציהען צו דיא קליינע קוגלען b b און דיא גאנצע שטאנג מיט דיא ארויפגעזעצטע קוגלען הייבט זיך אן דרייען צו דיא בלייענע קוגלען W W. בייט איבער דיא בלייענע קוגלען אונ שטעלט זיי אוועק וויא עס איז אנגעצייכענט אויף דער פיגור מיט דיא פינטלען, און דער שטאנג וועט זיך דרייען אין דער נייער ריכטונג צו דיא קוגלען צו. דא זעהט איהר קלאָר אז שטאף ציהט צו שטאף.



דיא צווייטע פיגור צייגט אייך דעם גאנצען אפפאראט מיט'ן טיש און מיט דער אויפגעהאנגענע שטאנג. דיא בלייענע קוגלען קענען געמאכט ווערען פון פארשידענע גרויס, און פארשידענע וואג און מען קען מיט דעם אפפאראט גענוי שטודירען דיא צוציהונג קראפט פון שטאף וויא זיא בייט זיך פון דיא מאססע שטאף וואס איז אין דיא צוציהענדע קערפער. איינינע פארשער נאך קאווענדי־שען האבען אנשטאט בלייענע קוגלען געברויכט גרויסע אייזערנע פעסער אנגעפילט מיט קוועקזילבער. און האבען אריינגעבראכט פיעלע אנדערע פערבעסערונגען, און אין דיא אלע עקספערימענטען איז קלאר בעוויזען געווארען וויא ריכטיג איז ניוטאן'ס געזעץ.

דעם זעלבען אפפאראט האט קאווענדיש בענוצט גענוי צו מעסטען דיא וואג פון דער ערד. ער שטעלט אוועק דיא בלייענע קוגלען וויא פריהער גאנץ נאהענט צום שטאנג אבער אזוי אז דער שטאנג זאל ניט קענען אנריהרען דיא בלייענע קוגלען. גיט דעם שטאנג א שטויס אן אזייט, וועט פון שטאנג ווערען א פערפענדיקעל וואס וועט זיך וויגען אהין און אהער ארום דיא בלייענע קוגלען, גלייך וויא ער וויגט זיך פון דער צוציהונג־קראפט פון דער ערד. געוויס כאטש דיא שטאנג איז גאנץ נאהענט צו דיא צוציהענדע בלייענע קוגלען, וועהרענד דער געוויינליכער פערפענדיקעל פון א זייגער איז 4000 מייל ערווייטערט פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד, דאך וייל דיא מאססע שטאף אין דיא קוגלען איז אונגעהייער קליין אין פערגלייך מיט דיא שטאף אין דיא ערד־קוגעל, האט דיא שטאנג געדארפט שווינגען פיעל לאנגזאמער, וויא דער געוויינליכער פערפענ־דיקעל און דיא צאהל פון זיין שווינגען אין א שטונדע איז געווען 20 אנשטאט 3600 וויא ביי דעם זייגער פערפענדיקעל. פערגלייכענדיג דיא צאהלען פערארזאכט ביי דיא בלייענע קוגלען פון געוויסער געוויכט און ביי דיא ערד, קען מען מאטעמאטיש פינקטליך אויסרעכענען וויא פיעל מאל מעהר שטאף עס איז אין דיא ערד וויא אין דיא בלייענע קוגלען. און אזוי האט ער אויסגערעכענט דיא וואג פון אונזער ערד־קוגעל און האט געפונען, אז זיא וועגט אונגעפעהר 14 קוואדריליאן פונט.

נאך איהם האבען פיעלע פארשער, וויא רייך אין פרייבורג און ביילי ווידערהאלט דיא עקספערימענטען אויף פיעלע אנדערע נייע אופנים און קאווענדיש׳עס וואג פון דער ערד איז געפונען צו זיין זעהער נאהענט צו דער ווירקליכקייט.

מיינט אבער ניט אז דיא עקספערימענטען איז געווען אזוי לייכט דורכצופיהרען וויא עס זעהט אויס פון דעם בעשרייבען אין דעם ארטיקעל.

איך האב בכיון פערמייט צו געבען דיא פיעלע איינצעלהייטען וואס קאווענדיש האט געמוזט אין אנבעטראכט נעהמען אום צו מאכען דעם עקספערימענט וויא ווייט מעגליך פאלקאמען.

דער צימער האט געמוזט האבען וויא ווייט מעגליך אין אלע זייטען גלייכע מאסען שטאף, זא דאס איין וואנט זאל ניט צוציהען דעם שטאנג שטארקער וויא דיא אנדערע, דער טיש האט געמוזט שטעהן פינקטליך אין מיטען צימער, דער בעאבאכטער זעלבסט האט ניט געטארט זיין נאהענט צום אפפאראט אום מיט זיין צוציהונג קראפט ניט צו שטערען דיא רעזולטאטען, ער האט בעאבאכטעט דיא שווינגונגען פון דעם שטאנג פון דער ווייטען דורך א טעלעסקאפ, מי האט געדארפט בעזארגען אז דיא בעוועגונגען פון לופט זאלען ניט שטערען דעם שווינגען א.ז.וו. א.ז.וו.

עס האט עס גענוג געקאסט מיהע, ארבייט און געלד אום דעם עקספערימענט דורכצופיהרען, אבער דער רעזולטאט איז ווערט געוועזן דיא גאנצע ארבייט און דיא וויסענשאפט מעג שטאלצירען מיט אזעלכע פארשונגען, וואס האבען אונז געגעבען דיא מעגליכקייט אזוי פונקטליך אויסצוגעפינען דעם געוויכט פון דיא ערד.

בעווייזע, אז דיא ערד דרייט זיך.

אין קופּערניק'ס צייטען, האט קופּערניק אליין, דער ערשטער אסטראָ־נאמער וואס האט אנגעהויבען צו בעווייזען, אז דיא ערד דרייט זיך, נאך ניט געוואוסט קיינע פּאָזיטיווע בעווייזע צו בריינגען פאר זיין לעהרע. אין זיין בעריהמטע ווערק: „איבער וועגען דעם דרייען זיך פון דיא הימעל־שע קיילעכדיקע וועלט־קערפּער"—א ווערק וואס האט איהם גענומען 23 יאהר (פון 1507 ביז 1530) צו שרייבען—געפינט איהר ניט קיין איינציגען פּאָזיטיווען בעוויז, אז דיא ערד דרייט זיך. ער האָט נאר ערקלערט, אז מען זאל אננעהמען דעם דרייען זיך פון דער ערד אלס א זעהר וואהרשיינ־ליכע זאך. דער רוסישער געלעהרטער לאמאנאסאוו, וועלכער איז אוועק־געלאָפען אלס קינד פון זיין דערפיל נאך מאסקווע אום זיך צו לערנען און וועלכער איז נאך דעם בעקאנט געווארען אין רוסלאנד אלס א גרויסער געלעהרטער און פּאָעט, בריינגט א גאנץ איינפאכען ביישפּיעל, אז עס לייגט זיך גלאטער אויפ'ן שכל אָנצונעהמען דאס דיא ערד דרייט זיך. זיין ביישפּיעל פלעגט זיין מיט א קוכער: עס וואלט געווען דום זיך פארצו־שטעלען, אז דער קוכער זאל נעהמען דעם אויווען און איהם דרייען ארום טאפּ, אנשטאט צו דרייען דעם טאפּ ארום אויווען. דיא זון איז אונזער אויווען, זיא גיט אונז היטץ. זיא איז אויך פיעל מאל גרעסער וויא דיא ערד (דאָס איז שוין אין קאָפּערניק'ס און לאָמאָנאָסאָוו'ס צייטען בעקאנט געווען), אלזאָ וויא קען מען זיך דאס פאָרשטעלען, אז מען זאל דרייען אונזער אויווען, דיא ליכטיגע זונן, וועלכע איז מילליאנען מאל גרעסער וויא דיא ערד, ארום דעם שווארצען טעפּעל, אונזער פערשווארצטע ערד? דער ביישפּיעל איז אפילו גאנץ איינפאך, אבער ער בלייבט דאך א ביי־שפּיעל, מיט א ביישפּיעל קען מען דיא יעניגע וואס גלויבען ניט אין דעם דרייען זיך פון דער ערד, ניט איבערצייגען. פיללייכט איז דער קוכער טאקי א נאר? אָדער אז ניט, קען מען דאך געפינען א'ן אנדער ביישפּיעל, וואָס

וויזט גראדע פערקעהרט. מיט ביישפיעלע קען מען ניט פיעל אויפטאהן. אבער פון יענער צייט אן האבען מיר פיעל זייער וויכטיגע, קלארע מאטע־מאטישע בעווייזע אז דיא ערד דרייט זיך. אייניגע פון דיזע בעווייזע איז שווער פאפולאר צו ערקלערען, ווייל מען מוז מיט מאטעמאטיק אביסעל בעקאנט זיין, אום זייא דייטליך צו פערשטעהן.

דאך גלויב איך, אז מען קען זיי אלע גאנץ פערשטענדליך מאכען אהן טיעפע מאטעמאטיק. עס איז נאר גענוג בעקאנט צו זיין מיט ניוטאן׳ס געזעצע פון אינערציע און צוציהונג־קראפט

איין בעווייז אז דיא ערד דרייט זיך איז דער פאקט, אז אללע זאכען האבען א׳ן אנדער וואג אויפ׳ן עקוואטאר און א׳ן אנדער וואג אין דיא ערטער וואס זיינען ערוויימערט פון עקוואטאר. דאס יעדע זאך מוז וועגען וויינינער אויפ׳ן עקוואטאר און אלץ מעהר און מעהר, וואס וויימער איהר געהט אוועק פון עקוואטאר.

דיא לעזער מוזען שוין בעקאנט זיין מיט דיא ווערטער עקוואטאר און פאליוסען. דאך וועל איך אין קורצען זייער פשט ווידערהאלען. דיא ערטער אויף דער ערד, וואו דעם גאנצען יאהר איז ניטא קיין אונטערשיעד צווי־שען טאג און נאכט, וואו דעם גאנצען יאהר איז יעדער טאג, סיי ווינטער סיי זומער, גראדע 12 שטונדען לאנג, קיין מאל ניט גרעסער קיין מאל ניט קלענער, ליגען אויף דעם עקוואטאר. דער עקוואטאר אלזא איז א ראד אדער א צירקעל, וועלכער רינגעלט ארום דיא ערד דורך אלע דיזע ערטער וואו דיא טאג און דיא נאכט זיינען אימער גלייך. דיא ערטער וועלכע ליגען אויפ׳ן עקוואטאר, זיינען אויך דיא ווארימסטע ערטער פון אונזער ערד. דיא צוויי פונקטען וואס זיינען אם ווייטעסטען ערוויימערט פון דעם עקוואטאר הייסען פאליוסען. איינער פון דיא פאליוסען הייסט דער נארד פאליוס און דער אנדערער דער זיד פאליוס. דיא ערטער לעבען פאליוס זיינען דיא קאלטסטע אויף דער ערד און זיי האבען דעם גרעסטען אונ־טערשייד צווישען דיא זעהר קורצע ווינטער טעג, און דיא זעהר לאנגע זומער־טעג.

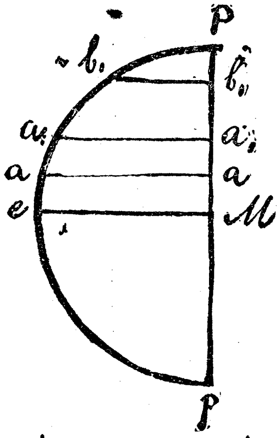
לאמיר פריהער זעהען, ווארום מוז דאס אזוי זיין אז יעדע זאך זאל וועגען וויינינער אויף דעם עקוואטאר.

קינדוויז האבען פיעלע פון דיא לעזער געוויס געליעבט צוווארפען שטיינער, און אז מען האט געוואלט דעם שטיין גאנץ הויך ווארפען, פלעגט מען צובינדען דעם שטיינדעל צו א לאנגען פאדעם. האלטענדיג דעם פאדעם פאר׳ן ברעג, פלעגט מען דרייען דעם פאדעם מיט דעם צוגעבונדענעם שטיינדעל אזוי לאנג און שנעל, ביז דער שטיינדעל האט זיך פון דער האנד אפגעריסען און ער איז אוועקגעפלויגען זעהר הויך. יעצט זיינען מיר שוין גרויסע קינדער. שטיינער ווארפען פאסט שוין פאר אונז ניט, אבער עס איז שוין צייט זיך אָבגעבען חשבון, וואס איז אזוינס געוועזען מיט׳ן שטיינדעל, ווען מען דרייט איהם ארום?.

גאנץ איינפאך, ווען דער שטיינדעל דרייט זיך ארום קיילעכדיג וויא א ראָד, האט ער דורך דיא געזעצע פון אינערציע בעקומען א קראַפט, אָדער ריכטיגער געזאגט, א שטרעבונג אוועקצופליהען יעדע סעקונדע פון דעם ראד אין א גלייכע ליניע, מיט דער זעלבער געשווינדקייט וואס ער האט זיך געדרייט אין ראָד. אלזאָ, וואס לייגנער עס איז דער פא־דעם וועלכער בינדט צו דעם שטיינדעל, וואס שנעלער איהר דרייט דעם שטיינדעל, בעקומט ער אלץ א גרעסערע שטרעבונג זיך אבצורייסען און אוועקצולויפען אויף אייביג אין א גלייכע ליניע. אויב דיעזע קראפט ווערט אזוי גרויס, אז דעם שטיינדעל איז אונמעגליך אבצוהאלטען מיט דיא קראפט פון אייערע פינגער רייסט ער זיך אב און פליהט טאקי אוועק אין א גלייכע ליניע, אלזאָ ביי דעם דרייען זיך אין א ראד ענטוויקעלט זיך ביי דער זאך וועלכע דרייט זיך, א קראפט זיך אוועקצורייסען פון דעם ראָד, א קראפט, וועלכע ווירקט גראדע פארקערט פון דער צוציהונגס־קראפט. דיא צוציהונגס־קראפט מאכט יעדע זאך זיך צו שטרעבען צום מיטעל־פונקט פון דער ערד, ווייל דיא קראפט פון א זאך, וועלכע דרייט זיך, איז גראדע אוועקצולויפען פון מיטעלפונקט פון דער ערד.

צו בעווייזען דאס דייטליכער נעמט א רייף און לייגט ארויף א שטיינדעל אויף איהם און דרייט דעם רייף גאנץ שנעל. דער שטיינדעל וועט ניט אראָפּ פאלען גראדע וויא איהר וואלט איהם צוגעבונדען צום רייף. זעהט מען דאך קלאר, אז דיא קראפט פון דעם שטיינדעל, ווען מען דרייט איהם צוזאממען מיט׳ן רייף איז גראדע פארקערט פון דיא צוציהונגס־קראפט. אז דער שטיינדעל דרייט זיך ניט, פאלט ער גלייך צו דער ערד

ווייל אויף איהם ווירקט דיא צוציהונגס קראפט. אבער, אז ער דרייט זיך שנעלל קען דיא נייע קראפט, וועלכע ענטוויקעלט זיך ביי'ן דרייען זיך: איבערקוממען דיא צוציהונגס קראפט און דער שטיינדעל פאלט ניט צו דער ערד כל זמן מען דרייט איהם שנעל. וויא נור מען פאנגט אן לאנגזאמער צו דרייען דעם רייפעל מיט'ן שטיינדעל אויף איהם, וועט דיא צוציהונגס קראפט שטארקער ווערען וויא איהר געגנערין און דער שטיין פאלט אויף דער ערד. נאך בעססער קענט איהר בעווייזען דיעזע קראפט וועלכע ענטוויקעלט זיך ביי'ן דרייען זיך, ווען איהר זאלט ארויפשטעלען אויפ'ן רייף א גלעזיל מיט וואססער. איהר וועט בעמערקען, אז דיא גלעזיל וועט ניט אראפפאלען, דאס וואססער וועט זיך ניט אויסגיססען, כל זמן דער דער רייף ווערט געדרייט מיט א גרויסע שנעלקייט. איך גלויב דאס איהר זייט שוין איבערצייגט אז א זאך וואס דרייט זיך, האט אין זיך א נייע קראפט, דיעזע קראפט הייסט אין מעכאניקע צענטער-לויפענדע קראפט, דאס הייסט א קראפט וועלכע טראגט דיא זאך אוועק פון צענטער אדער מיטעל-פונקט. לאמיר יעצט דיא זעלבע ערשיינונגען אנוועגדען צו אונזער ערד.



אין דער פיגור שטעלט M פאר דעם מיטעל פונקט פון דער ערד. דיא

ליניע P P זאל זיין דיא אקס אויף וועלכע דיא ערד דרעהט זיך. דיא פונקטען P P זיינען דיא צוויי פאָליוסען. דער נארד־פּאָל און דער זיד־פּאל

דער פונקט e זאלל זיין אויף דעם עקוואטאָר און דיא אנדערע 3 פונקטען a a, b אירגענד וועלכע פונקטען אויף דער ערד צווישען דעם עקוואטאָר און דעם פאליוס P.

לאָמיר זיך פארשטעלען, אז דיא ערד שטייט רוהיג, דאן וואלט יעדע זאך געוויס דארפען האָבען דיא זעלבע וואג, וואו דיא זאך זאָל ניט זיין, סיי אויף'ן עקוואטאָר, סיי אויף דיא פונקטען a, a, b סיי אויף'ן פאָליוס P, וויל דיעזע פונקטען זיינען דאך אלע גלייך ערוויטערט פון דעם מיטעלפונקט פון דער ערד, פון M, און דארום מוז דיא ערד האבען דיא זעלבע צוציהונגס־קראפט אין דיעזע אלע פונקטען. אבער אויב דיא ערד דרייט זיך, קומט שוין אויס גאנץ אנדערש. דער פונקט e, וועלכער ליגט אויף'ן עקוואטאָר, דרייהענדיג זיך, מאכט אין א טאָג דעם גרעסטען ראָד אָדער צירקול, דער פאָליוס P שטייט אויף איין אָרט, ער מאכט קיין ראָד ניט; ער בלייבט דעם גאנצען טאָג אונבעוועגליך. דיא פונקטען פון דער ערד b, a', a, וועלכע געפינען זיך צווישען דעם עקוואטאר e און דעם פאָ־ליוס P, מאכען קלענערע רעדער ווי דער עקוואטאָר e. איהר קענט דאָס גענוי זעהן פון דיא ליינג פון דיא ליניעס Me; aa, a'a, ;bb. וואס נעהענטער דער פונקט איז צום עקוואטאָר, איז דיא ליניע אלץ גרעסער און דער ראָד, וואס דער פונקט מאכט אין זיין טעגליכען דרייען זיך, איז אויך גרעסער, און פארקעהרט, וואָס נעהענטער דער פונקט קומט צום פאָליוס איז דיא ליניע אלץ קלענער און דער ראָד וועלכען זיא מאכט, איז אויך קלענער.

אלזאָ פונקט e פון דעם עקוואטאָר מאכט דעם גרעסטען ראָד אין א טאָג, דאָס הייסט ער דרייט זיך שנעלער וויא אלע אנדערע פונקטען אויף דער ערד. אלע אנדערע פונקטען דרייען זיך אימער לאנגזאמער וואס מעהר זיי זיינען ערוויטערט פון דעם עקוואטאר, ביז מען קומט צום פאָליוס, וועלכער דרייט זיך דורכאויס ניט.

און וויא מיר האבען פון שטיינדעל נעזעהען, מוז דער פונקט e ענטוויקלען דיא גרעסטע קראפט זיך אפצורייסען פון דער ערד און אוועק־צולויפען אין א גלייכער ליניע פון דעם צענטער פון דער ערד .מיט

אנדערע ווערטער אין פונקט e ווערט געבאָרען א קראַפט וועלכע איז גראַדע דער געגענטהייל פון דער צוציהונגס קראַפט. וואלט דיא נייע קראַפט זיין גרעסער וויא דיא צוציהונג קראַפט, וואלטען אלע זאַכען וואָס געפינען זיך אויף e אוועקלויפען פון דער ערד און קיין מאָל ניט צוריק קומען. אָבער דיעזע קראַפט מאַכט א גאנץ קליינע טהייל פון דער צוצי־הונג קראַפט, כמעט א דריי הונדערטעל פון דער צוציהונגס קראַפט, דיא פונקטען a און b ערוויטערט פון עקוואטאָר מאַכען קלענערע און קלענערע רעדער אין זייער טעגליכען דרייען זיך, און דארום ענטוויקלען זיי א קלענערע צענטער־לויפענדיגע קראַפט, אַלץ קלענער, וואָס נעהענטער דער פונקט קומט צום פּאָליוס צו, ביז אויפ׳ן פּאָליוס ווירקט נור דיא צוציהונגס קראַפט אליין, און קיין קראַפט ווירקט איהר דאגעגען.

יעצט איז שוין גאנץ לייכט צו פערשטעהן, אז אויפ׳ן פּאָליוס מוזען אלע זאַכען וועגען שווערער, ווייל דאָרט איז ניטא קיין קראַפט, וועלכע זאָל ארבייטען געגען דיא צוציהונגס־קראַפט. אויפ׳ן עקוואטאָר איז פער־קעהרט. דאָרטען מוזען אללע זאַכען לייכטער זיין וויא איבעראל אויף דער ערד, ווייל דארט ענטוויקעלט זיך אם גרעסטען דער געגנער פון דער צוציהונגס־קראַפט, און אין דיא אנדערע פונקטען פון דער ערד צווישען דעם עקוואטאָר און פּאָליוס מוז דיא זאַך אַלץ מעהר געוויכט פערליערען וואָס נעהענטער מען קומט פון פּאָליוס צום עקוואטאָר.

נאָך אללע רעכנונגען נאָך, מוז א זאַך, וואָס וועגט צוויי טויזענד פונט אויף דעם פּאָליוס אדער אין א שטאָט וואָס איז אם נעהענטסטען צום פּאָליוס, פערליערען אין א שטאָט אויפ׳ן עקוואטאָר ארום 10 פונט. פּינקטליך אויסרעכענען וויא פיעל עס פארלירט וואָג קען מען מיט מאַטעמאַטיק.

דאכט זיך וואָס קען שוין איצט לייכטער זיין וויא צו בעווייזען אז דיא ערד דרייט זיך? מען האט געדארפט נאר נעמען א זאַך, אָפּוועגען, לאָמיר זאגען, אין לאָנדאָן, און אויסרעכענען פּינקטליך, וויא דיא זעלבע זאַך מוז וועגען ערגעץ אין בראַזיליען אויפ׳ן עקוואטאָר און בעווייזען פּאַק־טיש אז עס שטימט מיט דער רעכענונג. אָבער דיינקט נאר אויף א מינוט וואָס הייסט וועגען, אויף איין שאל לייגט מען ארויף דיא זאַך פון אן אונבעוואוסטע וואָג, און אויף דער אנדערער לייגט מען ארויף אייזען

אָדער עטוואס אנדערש, זאכען פון א בעוואוסטע וואָג; טאָ וויא קען מען דאָס בעווייזען אז אַ זאך האט פערלארען אין געוויכט אויף אַ געוויינליכע וואג. ווי פיעל דיא זאך פערלירט, פערלירט דאך אויך דער אייזען וועלכע ליגט אויף דער אנדערער שאָל. דעריבער האט מען גאר ניט געקענט בעווייזען, ביז איינעם איז אריינגעפאללען אין קאָפּ צו נעהמען א ספּראַנזשינע־וואָג. אין א ספּראנזשינע־וואָג ווערט דאס געוויכט פון א זאך בעשטימט דורך איהר קראַפט דיא ספּראנזשינע צו צוקוועטשען. עס פערשטייט זיך, אז דאס געוויכט פון א זאך ווערט קלענער, וועט דיא זאך פערלירען פונקט אזוי פיעל קראפט צו צוקוועטשען דיא ספּרונזשינע.

יעצט האט מען שוין געקענט דייטליך בעווייזען, אז דיא ערד דרייט זיך. דיעזעלבע זאך וואס וועט אויף דער ספּראנזשינע־וואג בעווייזען 2000 פונט אין לאָנדאָן, וועט אויף דער זעלבער ספּראנזשינע וועגען וויינינגער אין בראזיליען אדער אינדיע און זאָ וויינינגער וויא נאך דעם רעכנונג קומט אוים. יעצט וועלען מיר זעהן אנדערע וויכטיגע בעווייזע.

אנאנדער בעווייז איז פון דיא ריכטונג פון טייכען. טייכען פליסען דאך דאכט זיך אין אלע ריכטונגען, אָהן קיין שום רעגעלמעסיגקייט. אַז מען קוקט זיך צו אפילו צו דיא קלענסטע טייכעלע, זעהט מען דאָך וויא זיא דרייט זיך אהין און א הער וויא אשלאנג, בייט איהרע ריכטונג יעדע עטליכע הונדערט פוס פליסענדיק א־מאָל שנעל, א מאָל לאנגזאם, א מאָל רוישענדיק, אַ מאל שטיל און געלאסען, עס שיינט דאך, אז קיינע געזעצע זיינען ניט געשריבען געווארען פאר איהר, אַז אללע איהרע בע־וועגונגען זיינען ווילד, און איבער זיי הערשט נאָר צופאל און קאפּריז. אזוי זעהט דאָס אבער נאר אויס דעם אבערפלעכליכען בעאָבאכטער.

אין דער ווירקליכקייט האָבען דיא טייכען אין זייער פליסען און אין זייערע ריכטונגען גראדע אזא געזעצליכקייט און אזא רעגעלמעסיגקייט וויא דיא ערד און אַנדערע פּלאנעטען אין זייער דרייען זיך ארום דיא זון, עס זיינען דאָ געוויסע אורזאכען וואס מאכען אַז דער טייך זאָל נעהמען דיעזע אדער יענע ריכטונג.

דיא גרעסטע און דיא וויכטיגסטע אורזאכע. וואָס ווירקט און בעשטימט זייער ריכטונג געפינען מיר און דיא הויפּט־בערג פון דעם לאַנד. צום ביישפּיעל, אין דעם לאַנד וואו מיר געפינען זיך יעצט, אין

די פעראייניגטע שטאטען זיינען דאָ עטליכע גרויסע בערג. די העכס־טע פון זיי זיינען ניט ווייט פון דעם גרויסען אָדער שטילען אָקעאַן (דער גרעסטער אָקעאַן פון דער וועלט, וועלכער וואַשט דיא וועסט ברעגעס פון אַמעריקא) זיי הייסען פעלזען־בערג, „ראָקי מאונטיינס„ דיזע בערג ציהען זיך אויף טויזענדער מייל. אין אייניגע ערטער זיינען זיי ברייטער און אין אייניגע שמעלער, אין אייניגע העכער אין אנדערע נידעריגער. אָבער דורכאויס האבען זיי א געוויסע ריכטונג פון נאָרד צו זיד. דאס לאנד א פאר הונדערט מייל פון דעם גרויסען אָקעאַן איז אויפגע־הויבען פון נאָרד צו זיד, רייזענדיג אַלזאָ פון נארד צו זיד אדער פארקערט, געפינט מען זיך דורכאויס אויף הייכע לאנד. אבער אז מען רייזט אוועק פון דיא פעלזען־בערג צו איסט צו אדער צו וועסט צו, קומט מען אימער אויף נידריגערע און נידריגערע לאנד, ביז נאך מעהרערע הונדערטער מייל קומט מען צו א גאנץ נידריגע לאנד, צו א טאָל, וואס איז ניט פיעל העכער וויא דיא וואסער אין ים. אַלזאָ א בארג וואָס האט א ריכטונג פון נארד צו זיד, אדער פון זיד צו נארד מוז האבען צוויי אראָפּבארגעדיקע משיפועדיגקייטען פון צוויי זייטען; א מזרח־זייטיגע משיפועדיגקייט און א מערב׳דיגע משיפועדיגקייט, און אזא בארג וועט געבען אַן אָנפאַנג צו צווייערליי סיסטעמען טייכען: דיא טייכען, וועלכע פאנגען זיך אן אויף דיא מזרח־זייטיגע משיפועדיגקייט וועלען מוזען פליעסען נאך מזרח, וואָ־רום וואסער מוז לויפען פון א העכערען אָרט צו א נידרעגערען; און פערקעהרט, דיא טייכען, וועלכע הייבען זיך אָן אויף דעם מערב זייט, מוזען פליעסען צום מערב צו. אַלזאָ אין אַמעריקא פליסט דיא גרעסטע טהייל פון דיא טייכען איסט אדער וועסט, ווייל דיא פעלזען־בערג האָבען א ריכטונג פון נאָרד צו זיד. אבער אין אייראָפּא ציהען זיך דאָס רוב בערג פון איסט צו וועסט; דארום געפינען מיר דארט צוויי סיסטעמען טייכען וועלכע האָבען א ריכטונג ענטוועדער צו נאָרד צו אדער צו זיד צו. אין רוסלאַנד, צום ביישפיעל, פליסען דאָס רוב טייכען, וויא דיא וואלגא, דער דניעפער, דאָן, צום זיד צו און אין סיביר פליסען דיא גרויסע טייכען צו נאָרד צו.

יעצט הערט זיך נאר צו, וואָס פאר א מערקווירדיגע זאך עס איז אויסגעפונען געוואָרען מכח דיא טייכען, וואָס פליסען פון נאָרד צו זיד.

אין איירָאפּאַ, רוקען זיי זיך בּיסלעכווייס אַוועק צו וועסט צו, דאָס הייסט די טייכען פערלאָזען ביסלעך־ווייס זייערע בעטען אימער רוקענדיג זיך פון איסט צו וועסט צו. צום ביישפּיעל, נעמט די וואָלגא, דאָס איז דער גרעסטער טייך אין רוסלאַנד, ער ציהט זיך אייניגע טויזענדער ווערסט פון נאָרד צו זיד ביז ער פאַלט אריין אין קאַספּישען ים. אזוי וויא ער פליסט פון נאָרד צו זיד, מוז ער דאָך האָבען צוויי ברעגעס, איינער אויף'ן איסט זייט, און דער אנדערער אויף'ן וועסט זייט. דאָס רוב פון זיינע וועסט ברעגעס זיינען הויך און זייער משופּועדיג; די איסט ברעגעס אים געגען טייל, נידעריג, בעדעקט מיט פעטע, פיינע גראָזען, און ווערען גאַנץ אָפט פארפלאָסען ווען די וואָלגא צוגיסט זיך. די געאָלאָגען האָבען דייטליך בעוויזען, אז דיעזע נידעריגע איסט ברעגעס, וועלכע בילדען אזוינע פיינע לאָנקעס, זיינען אַ מאָל געווען די בעטען אין וועלכע דער טייך וואָלגא האָט געטריבען זיין וואַסער צום קאַספּישען מעער, און פון וועלכע ער האט ביסלעכ־ווייז אָפּגעטראָטען צו וועסט צו, ביז ער האט געפונען הויכע און שטאַרקע בערג, דורך וועלכע ער קען זיך לייכט ניט דורכרייסען אין זיין שטרעבונג נאָך וועסט. דאָס זעלבע איז אויסגעפונען געוואָרען וועגען אנדערע טייכען וועלכע רינען פון נאָרד צו זיד. ווען זיי קענען נאָר בייקומען דעם וועסט ברעג, רוקען זיי זיך אַלע אַוועק פון איסט צו וועסט צו.

וואָס דאַרפט איהר מעהר,—די שטאָט קאַזאַן אין רוסלאַנד, וועלכע איז מיט הונדערטער יאָהרען צוריק געבויט געוואָרען אויף דעם איסט ברעג פון דער וואָלגא, געפינט זיך שוין יעצט נאָר ניט אויף דער וואָלגא, די שטאָט ווייסען מיר, האָט דאָך זיך ניט אַוועקגערוקט פון איסט כמעט 7 ווערסט פון דער וואָלגא. אבער די וואָלגא האָט זיך אַוועקגערוקט צו וועסט אונגעפעהר 7 ווערסט אין וויניגער וויא טויזענד יאָהר.

נאָך מערקווירדיגער איז מיט די טייכען וואָס רינען פון זיד צו נאָרד און איירָאפּאַ, זיי האָבען גראַדע אַ חשק זיך צו שטופּען צו איסט צו, נעהמט, צום ביישפּיעל די גרעסטע טייכען אין סיביר, די לענע, די יעניסיי, די אָבּ, און פיעלע אַנדערע קלענערע טייכען וואָס פליסען אין די קאַלטע נאָרד ימים, און האָבען אַ ריכטונג פון זיד צו נאָרד, זיי אַלע רוקען זיך ביסלעכווייס צו איסט צו, און זייערע אַלטע בעטען

אין וועלכע זיי האָבען געפליסט מיט צעהנדליגע טויזענד יאָהר צוריק געפינען זיך אין מערב זייט פון יעצטיגע בעטען. אזוי איז דער פאל מיט אלע גרויסע טייכען וואָס געפינען זיך אויף דער צפונ׳דיגער העלפט פון דער ערד, דאָס הייסט פון עקוואטאָר ביז דעם נאָרד־פאָל. דיא צווייטע העלפט פון אונזער ערד־קוגעל פון עקוואטאר ביז דעם זיד־פאל איז וועניג אונטערזוכט, אָבער דאָך ווען איהר וועט פארשטעהן דיא אורזאכע פון דער מערקווירדיגער ערשיינונג פון דעם אברוקען זיך פון דיא טייכען וואָס פליסען אין ריכטונג פון נאָרד צו זיד אָדער פון זיד צו נאָרד צו דא אויף דיא בעסער אונטערזוכטע צפון־דיגע העלפט פון דעם ערד־קוגעל, וועט איהר אליין זעהען וויא דיא זאך מוז צוגעהען אין דער אנדער העלפט פון דער ערד. פארקעהרט אָבער דיא טייכען וואָס פליסען פון וועסט צו איסט אָדער פון איסט צו וועסט צו, האלטען זיך אימער אין זייערע אלטע בעטען. נעהמט צום ביישפיעל דעם טייך אמאזאָן ער ציהט זיך אין זיד אמעריקא טויזענדער מיילען, און דאָך האט ער זיין בעט קיין מאָל ניט איבערגעביטען ווייל ער פליסט אין דער ריכטונג פון וועסט צו איסט צו.

דיעזע מערקווירדיגע ערשיינונג פון דיא טייכען קען מען גאנץ לייכט ערקלערען דורך דעם געזעץ פון אינערציע, אויב מיר נעהמען אָן אז דיא ערד דרעהט זיך. מיר ווייסען שוין אז ביי דעם טעגליכען דרייען זיך פון דער ערד פון וועסט צו איסט צו, בעוועגען זיך פערשידענע פונקטען פון איהר מיט פערשידענע געשווינדקייט. אלע פלעצער אויף׳ן עקוואטאָר בעוועגען זיך טעגליך מיט דער גרעסטער געשווינדקייט, מאַ־בענדיג אונגעפעהר יעדען טאָג א קרייז פון 25000 מייל וועהרענד אלע פלעצער וואָס זיינען ערוויטערט פון עקוואטאָר בעוועגען זיך אלץ לאנגזאמער, און לאנגזאמער ביז מיר קומען צום פאָליוס וועלכער בעוועגט זיך גאָר ניט.

לאָמיר נעהמען דיא וואָלגא. דער אָנפאנג פון דעם גרויסען טייך וואָלגע ליגט אין נאָרד, דאָס הייסט אין אזא פלאץ וואו דיא ערד בע־וועגט זיך פערהעלטניסמעסיג לאנגזאם פון וועסט צו איסט צו, און דאַן פליסט דער טייך א פאָר טויזענד ווערסט צו זיד צו דאָס הייסט אלץ דורך פלעצער וואָס זיינען נעהענטער צום עקוואטאר און וואס בעוועגען

זיך דאריבער מיט א גרעסערער געשווינדקייט צו איסט צו. נאך דעם געזעץ פון אינערציע אבער מוז דאך דיא טייך וואלגע שטרעבען צו בעוועגען זיך מיט דיא זעלבע לאנגזאמע געשווינדקייט וויא זיא האט אנגעפאנגען. אלזא האבענדיג אין זיך דיא לאנגזאמערע בעוועגונג פון דעם נארדליכען פלאץ פון איהר אנפאנג, ווערט זיא מוזען אלץ מעהר און מעהר אבטרעטען צו וועסט צו וואס נעהענטער זיא קומט צום עקוואטאר, צו דיא פלעצער וואס טראגען זיך אלץ האסטיגער צו איסט צו.

פארקעהרט אבער דיא טייכען אין סיביר, וואס פאנגען זיך אן אין פלעצער נעהענטער צום עקוואטאר און פליסען אין דיא ריכטונג צום פאליוס, וועלען דורך אינערציע האבען אין זיך א גרעסערע געשווינדקייט צו איסט צו, וויא דיא פאליארנע פלעצער דורך וועלבע זיי פליסען, און דערפאר וועלען זיי האבען א נייגונג צו שטופען זיך צו איסט צו און אלץ א שטארקערע נייגונג וואס נעהענטער מיר קומען צום פאליוס. דיא טייכען וואס רינען פון איסט צו וועסט אדער פערקעהרט בלייבען שטענדיג אין זייערע אלטע „בעטען" וויל זיי פליסען פון אנהייב ביז ענדע דורך פלעצער וואס בייטען ניט זייער געשווינדקייט ביי דעם טעגליכען דרייען זיך פון דער ערד.

דיא זעלבע מעכאנישע געזעצע דיא זעלבע אורזאכען וואס האבען געווירקט אויף דיא טייכען, און האבען זיי געצוואונגען אבצוטרעטען ביסלעך־וויים פון זייערע גרונטען אדער „בעטען", דארפען פיעל מעהר ווירקען אויף דיא פרייע ווינטען. דיא אינערציע וועלבע ענטוויקעלט זיך ביי דעם דרייען זיך, און וועלבע ווי עס איז בעוויזען געווארען מוז זיין פערשידען אין פערשידענע ערטער פון דער ערד, דיא אינערציע וועלבע מוז זיין אלץ קלענער וואס נעהענטער זיא קומט צום פאליוס צו, און אלץ גרעסער—וואס נעהענטער צום עקוואטאר.—„דיעזע אינערציע ווירקענדיג אויף דיא פליסענדע וואסער האט דאך געמוזט איבערקומען פיעלע הינדערניסע איידער זיא האט געקענט מאכען דיא טייכען זיך אוועקצורוקען פון זייערע אלטע גרונטען אדער בעטען, אין פיעלע ערטער פליסט דיא טייך צווישען הייבע און שטארקע פעלזען וועלבער צופאלל וואלט געמאכט גאנץ אונמעגליך דאס דיא אינערציע

זאָל קענען איבערקומען אזא שטאַרקע הינדערניס און דורך ברעכען דיא האַרטע שטיינער, דיא ריכטונג פון טייך בייט זיך טוויזענד מאָל ווייל דער גרונט אין דאָ ווייך און דאָ האַרט, דאָ איז ער הויך, דאָ איז ער נידריג.

אין קורצען געשפּראָכען דיא קראַפט פון אינערציע אין פאַל פון טייכען וועט אין אייניגע טייכען מעהר אויף טהאָן וויא אין אַנדערע, אָפּהענגענדיג פון דיא מאַססע הינדערניסע וועלכע זיא וועט דאַרפען איבערקומען. אָבער דיא אַלע הינדערניסע פערשווינדען כמעט ווען מען קומט צום ווינט. דער ווינט אָדער פליסענדער לופט האָט דאָך מיט קיינע פעלזען צו קעמפּפען, דער וועג איז אָפען, גלאַט און ברייט אַלזאָ האט מען דאָך געקענט ערוואַרטען, אַז אויב אינערציע ווירקט יאָ אויף דיא ווינטען, וועט מען מוזען געפינען איהר מעהר רעגעלמעסיגע ערפאָלגען וויא ביי דיא טייכען. און דאָס איז טאַקע ערפונדען געוואָרען אַז פּונקט אַלעס וואס איז געזאָגט געוואָרען וועגען דיא טייכען, אַלעס ביז אַ האָר, קען צוגעפּאַסט ווערען צו דיא ווינטען.

לאָמיר אַ פריהער זעהען אייגענטליך פון וואַנען קומען דיא ווינטען און וואָס מוז זיין זייערע ריכטונגען.

יעדע זאַך, סיי האַרטע זאַכען סיי פליסיגקייטען אָדער גאַזען, ווען מען מאַכט זיי הייס, ווערען לייכטער אין וואָג, און שיטערער; זאָ, דאָס אַ פונט וואַרעמע וואַססער צום ביישפּיעל פאַרנעהמט מעהר פּלאַטץ וויא אַ פונט קאַלטע וואַסער, ווייל וואַרעמע וואַסער איז דינער און דאַרום מוז זיא פיעל מעהר פּלאַטץ פאַרנעהמען וויא קאַלטע וואַסער וואָס איז געדיכטער. ווען פון דעם פונט וואַסער וועט ווערען אַ פונט דאַמפּף וועט דער פונט דאַמפּף פאַרנעהמען אַ פּלאַטץ, וועלכער איז 1000 מאָל אַזוי גרויס וויא דער פונט וואַסער און אַלץ צוליעב דער זעלבער אורזאַכע; דער פונט דאַמפּף האָט אין זיך פאַרשלונגען אַ אונגעהייערע מאַסע היטץ און דאַרום איז דיא וואַסער אַזוי דין געוואָרען, אַז זיא מוז פאַרנעהמען אַ פיעל גרעסערען פּלאַטץ און דאָס וואָס פּאַסירט מיט דעם וואַסער, פּאַסירט מיט אַלכע זאַכען אין דער וועלט.

אונזער ערד איז אַרום געריגנעלט מיט אַ ים לופט, וועלכער

איז אונגעפעהר א הונדערט מייל טיף, און מיר, מענשעלעך זיינען חיות, וואס קריכען ארום אויפ'ן גרונט פון דיעזען טיעפען ים פון לופט. דיעזער ים, דיעזע מאססע לופט, וועלכע איז אזוי דין און שיטער, דאס מיר קענען זיא גאר ניט זעהען, ווערט בעוועגט זייער לייכט. דיא קלענסטע קראפט, דער קלענסטער אונטערשיעד פון דרוק, דער מינדעסטער אונטערשיעד פון טעמפעראטור וועט לייכט ארויס־רופען א בעוועגונג אין דיזעם דינעם און שיטערען שטאף וועלכען מיר רופען לופט, דיעזע בעוועגונג פון לופט רופט מען ווינטען. פון אלע אורזאכען וואס מאכען דיא ווינטען וועלען מיר יעצט נאר אנריהרען דיא הויפט אורזאכע פון דיא פערהעלטניסמעסיג שטענדיגע ווינטען וועלכע מיר געפינען אין אונזערע געגענדען. דיא ערשטע און גרעסטע אורזאכע פון דיא ווינטען איז דער אונטערשיעד צווישען דיא ווארימ־קייט אויפ'ן עקוואטאר און אויף דיא פאליוסען.

אויפ'ן עקוואטאר ווארפט דיא זון דעם גאנצען יאהר גלייכע שטראהלען. און וואס גלייכער דיא שטראהלען זיינען, זיינען זיי אלץ הייסער. אלזא אין דיא עקוואטארישע געגענדען ווערט דיא לופט ערווארעמט מיט דער גרעסטער קראפט פון דיא זונענשטראהלען, און דיעזע ווארעמקייט איז אימער דאס זעלבע ווינטער און זומער. דאריבער מוז דיא לופט אויפ'ן עקוואטאר און פיעלע הונדערטער מיילען ארום דעם עקוואטאר זיין א דינערע, א שיטערערע לופט וויא דיא לופט אין דיא ערטער וואס זיינען וויטער פון עקוואטאר, פיעל שיטערער וויא דיא לופט וואס רינגעלט ארום דיא קאלטע פאליארנע לענדער און דיא פארפרארענע פאליארנע ימים. דיעזער גרויסער אונ־טערשייד צווישען דיא געדיכטקייט פון לופט אויפ'ן עקוואטאר מיט דיא ארומיגע לענדער און דיא פאליוסען מיט זייערע קאלטע ארומיגע געגענדען, איז דיא הויפט אורזאכע פון דער שטענדיגער בעוועגונג פון דיא לופט אדער פון דיא ווינטען.

מיט א גאנץ קליינעם און איינפאכען עקספערימענט קען מען בעווייזען דיא הויפט אורזאכע פון דיא ווינטען. אין א קאלטען ווינטער טאג, אדער אין אירגענד וועלכען טאג, ווען אין הויז איז גאנץ ווארעם און דרויסען קאלט, עפענט אויף א ביסעל דיא דיא טהיר וואס פירט

צום גאָס; צינדט אָן א ליכט אָדער א שוועבעלע; וועט איהר בעמערקען אז ווען איהר טראָגט צו דיא ליכט צום טיר פון אונטען, נאָהענט צום פּאָדלאָגע, וועט דער פלאַם פון דער ליכט זיך קעהרען אינוועניק אריין, דאס הייסט א ווינטעל וועט בלאָזען אויף'ן פלאַם פון גאָס אין שטוב אריין, דאָס הייסט, אונטען, איז א בּעוועגונג פון לופט פון גאָס אין הויז אריין; און פארקעהרט: ווען איהר זאָלט אויף הויבען דאס ליכט און צוטראָגען זיא גאַנץ הויך, וועט זיך דער פלאַם נייגען צום גאָס צו, דאָס הייסט אַז אויבען בּעוועגט זיך דיא לופט פון שטויב צום גאָס צו. ווארום דאָס איז אזוי איז גאַנץ איינפאך צו פערשטיין. ווארעמע לופט אזוי וויא מיר האבען פריהער געזעהען איז לייכטער וויא קאַלטע לופט, און דאריבער וואו עס געפינען זיך צווייערליי לופטען איינע א קאַלטע און דיא אַנדערע א ווארימע וועט דיא ווארימע וועלכע איז לייכטער אימער שטרעבען צו שטייגען אין דער הויך, און דיא קאַלטע לופט, וויל זיא איז דיא שווערערע, און געדיכטערע וועט פּאַרנעהמען דעם גרונט. דאָס ערקלערט אונזער ביישפּיעל מיט דיא צווייערליי ווינטען אין טיער. דער קאַלטער ווינט פון גאָס ציהט זיך לעבען דער פּאָדלאָגע, פארקעהרט דער ווארימער ווינט פון שטוב צום גאָס ציהט זיך פון אויבען פון דער ווארימער שטוב צו דער קאַלטער גאָס. דער פּאַר איז דאס אַז אין א שטוב וואו עס זיינען דאָ צוגווינטען פערקיהלט מען אם מייסטען דיא פיס, וויל דיא קאַלטע ווינטען פון גאָס שלעפּען זיך אַרום איבער דיא פּאָדלאגע פון שטוב.

דאָס זעלבע וואס פאסירט מיט אונזער טיהר פּאסירט אין א פיעל גרעסערען גראד מיט דער גאנצער מאַסע לופט פון אונזער ערד. דיא הייסע לופט פון דעם עקוואטאר און פון טויזענדער מיילען ארום האט זיך בעדארפט אימער בּעוועגען אין דיא אייבערשטע טהיילען, אָדער שיכטען פון דער אטמאָספּערע אין דעם ריכטונג פון עקוואטאר צו דיא פּאליוסען צו, און פארקעהרט, דיא קאלטע לופט פון ארום דיא פּאליוסען האט זיך בעדארפט אימער בעוועגען נעהענטער צו דער ערד פון דיא פּאליוסען צו דעם עקוואטאר צו. אַלזאָ וואלט דיא ערד געשטאנען רוהיג אויף איין ארט, וואָלטען דיא קאלטע ווינטען געמוזט האבען א גלייכע ריכטונג פון דיא צוויי פּאליוסען.

פון נאָרד און זיד גראדע צום עקוואטאר צו. און אין אונזער נאָרד־ליכער האלבע וועלט וואלטען דיא קאלטע ווינטען בעדארפט האבען א גלייכע ריכטונג פון נאָרד צו דעם פּאָליוס, נאך זיד צו דעם עקוואטאר. אָבער עס איז ניט אַזוי. און אז עס מוז ניט אזוי זיין קענט איהר זעלבסט פערשטיין פון דעם ביישפּיעל מיט דיא טייכען. מיט דיא ווינטען איז דיא זאך נאך איינפאכער.

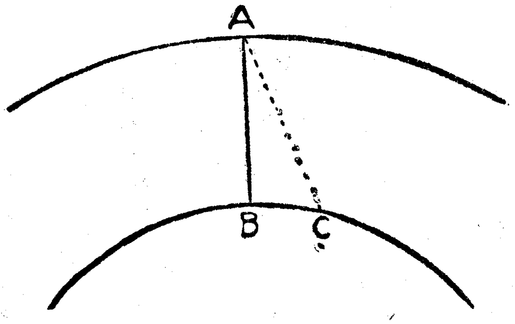
אונזער ערד דרייט זיך, און מיט איהר מוז זיך דיא לופט אויך דרייען, אללע קאלטע ווינטען הויבען זיך אָן פון דיא פּאָליוסען און בעוועגען זיך צום עקוואטאר צו, וועגען דיא בעוועגונג פון דיא ווארימע לופט פון עקוואטאר צו דיא פּאָליוסען איז ניטא וואס צו ריידען. ווייל דיעזע בעוועגונג קומט פּאָר גאנץ הויך, אייניגע ווערסט פון דער ערד, און מיט זיי קענען זיין בעקאנט נאר דיא יעניגע וועלכע וואהנען אויף הויכע בערג, און דיא וועלכע פאהרען אין לופט באלאנען, מיר האבען געזעהען אז דיא ערטער נאהענט צום פּאליוס ביי דער טעג־ליכער בעוועגונג פון דער ערד מאכען קלענערע צירקלען וויא דיא ערטער וועלכע זיינען לעבען עקוואטאר און דערפאר האבען זייא א קלענערע אינערציע. זיי מוזען זיך לאנגזאמער בעוועגען פון וועסט צו איסט וויא דיא ערטער ארום עקוואטאר וועלכע מאכען גרעסערע צירקלען א טאג, און האבען א גרעסערע אינערציע, דאָ מוז דיא בעוועגונג שנעלער זיין פון וועסט צו איסט. אַלזא דיא קאלטע לופט פון ארום דיא פּאָליוסען, דרייענדיג זיך צוזאמען מיט דער ערד האט אויך א קלענערע אינערציע וויא דיא לופט לעבען עקוואטאר. היינט אז דיא קאלטע לופט מיט איהר קליינע אינערציע הייבט זיך אָן בעוועגען צום עקוואטאר, קומט דאך דיא קאלטע לופט אלץ מעהר און מעהר צו אזוינע ערטער וואס האבען אַלץ א גרעסערע אינערציע. וואס דרייען זיך שנעללער צום איסט וויא דיא קאלטע לופט. אבער פון דיא געזעצע פון אינערציע ווייסען מיר, אז יעדע זאך האט דיא אייגענשאפט אין זיך אויביג צו פראהאלטען איהר ערשטע געשווינד־קייט, אלזאָ דיא קאלטע ווינטען קומענדיג פון פּאָליארנע געגענדען מיט א לאנגזאמער געשווינדקייט צו ערטער וואס דרייען זיך געשווינדער וועלען מוזען אימער זיין הינטערשטעליג און בעקומען א ריכטונג צו

וועגסט צו, גראדע וויא דיא טייכען וואָס פליעסען פון נארד צו זיד. און אזוי האבען דאס טאקע איבעראל בעמערקט אהן אויסנאהמען אללע רייזענדע, אללע שיפסקאפיטאנע, אללע וועטערסטיישענס און אללע וואס ווילען דיא זאך בעאבאכטען קענען זיך איבערציינגען אז דיא קאלטע ווינטען וואָס קומען פון דיא פאָליוסען אין אונזער נאָרד־ליכע האלבע וועלט פון נארדפאָל צום עקוואטאר, און אין דער זידליכער האלבע וועלט פון דעם זידפאָל צום עקוואטאר נייגען זיך אימּמער צו וועסט צו. וואס נעהענטער זיי קומען צום עקוואטאר, אָדער ריכטיגער: וואָס נעהענטער זיי קומען צו דיא טראָפּיקעס, דאס הייסט עטליכע טויזענדער ווערסט ערוויטערט פון עקוואטאר, ווייל פון דיא טראָפּיקעס ביז עקוואטאר פארלירען דיא קאלטע ווינטען זייער קראפט און פערשווינדען.

אין דיא איבעריגע בעווייזע וועל איך זיין גאנץ קורץ, ווייל איך גלויב אז דער לעזער וועט זיי יעצט לייכט בעגרייפען.

אז מען לאזט שטיינער פאללען פון גאנץ הויכע געביידעס, אָדער מאסטען, וועט מען אימּמער געפינען אז זיי פאלען אויף דער ערד ניט אנדערש וויא א ביסעל צו איסט צו. ניוטאנען איז דעם ערשטען אריינגעפאלען דער געדאנק אז עס מוז אזוי זיין.

שטעלט אייך פאָר אז B A איז א הויכער טהורם מיט'ן שפיץ אין פונקט A וויא אין דער פיגור.



דאן זעהט מען אז דער שפּיץ A מוז מאכען ביי זיין טעגליכען דרייען זיך א גרעסערען ראָד וויא פּונקט B וועלכער איז אויף דער ערד. דער פּאר האט דער שפּיץ A א גרעסערע אינערציע וויא פּונקט B און ווען מען זאָל לאזען פאללען א קיילעכדינגען שטיינדעל פון A, וועט דער שטיינדעל אין זיך האבען א גרעסערע געשווינדקייט צו איסט צו, וויא דער פּונקט B, און דער פּאר וועט ער מוזען איבער יאָגען דעם פּונקט B, און קומען מעהר צו איסט צו, וויא פּונקט B. וויא ניוטאן האט דאס ערקלערט האט מען זיך אָנגעכאפּט צו פּרובירען אויב עס איז אזוי, מי האט טויזענדער פּראָבעס געמאכט און עס איז אויסגעפונען געוואָרען אז דאס איז גאנץ ריכטיג.

א גלח וואָס האט ניט געוואלט אננעהמען גאלילעא׳ס לעהרע פון דער ערד בעוועגונג, האט געפּרובט וואָרפען באלען פון הייכע טהורעמס און איז אין קורצען געווארען א הייסער נאכפאלגער פון גאלילעא. דיא בעסטע עקספּערימענטען זיינען געמאכט געוואָרען פון רייך אין זאקסען לעבען פרייבורג. רייך האט געפונען דארט א טיפע מינע פון 625 פוס. ער האט געלאזט פאלען בלייענע קוילען אויף׳ן גרונט פון דער מינע. ער האט דיא פּראָבע געמאכט 160 מאל און אין יעדען מאל איז דער באָל געפאַלען צו איסט צו, א מאל אייניגע אינטשעס מעהר א מאל וויינינער, אין דורכשניט זיינען אללע באָלען געפאלען 1½ אינטשעס צו איסט צו.

עס איז בעוויזען אז א פּאָמפּעדיקעל פון א זייגער וועט אין לאָנדאן למשל מעהר מאל אומווינגען זיך אהין און אהער אין א שטונדע וויא אויפ׳ן עקוואטאר. אז דאָס מוז אזוי זיין פערשטעהט איהר גאנץ לייכט. דיא צוציהונג קראפט אויף׳ן עקוואטאר איז קלענער, וויא עס איז פריהער בעוויזען געווארען, און דערפאר וועט זיך דער פּאָמפּערדיקעל מוזען בעוועגען לאנגזאמער וויא אין לאנדאן. מיא קען פאָראויס אויסרעכענען וויא פיעל מאָל דער פּאָמפּערדיקעל וועט אומווינגען זיך אין א שטונדע אין פערשיעדענע פּלעצער. און דיא פּראָבעס שטימען איבעראל מיט דיא רעכענונגען.

אם לעצטען וועלען מיר זאָגען נור א פּאָאר ווערטער וועגען דעם בעקאנטען עקספּערימענט פון דעם געניאלען פראנצויזישען

געלעהרטען פוקאָ. מיט זיין עקספּערימענט האט ער געמאכט אז מען זאל מיט די אויגען זעהען וויא די ערד דרייט זיך. דיעזער עקספּערימענט איז געמאַכט געוואָרען אין 1851 אויף דעם קופּאָל פון פּאַנטעאָן אין פּאַריז, ער האט אויפגעהאַנגען א שווערען אייזער־נעם באָל אויף א לאַנגען דראָט פון 200 פוס. דעם גרויסען ראָד פון פּאָדלאַגע האט ער באַדעקט מיט זאמד. דער אייזערנער באָל האט געהאט אונטען א דינע שפּילקע מיט וועלכער ער מאַכט ליניעס אויף'ן זאמד ווען מי לאָזט דעם באל זיך שווינגען, ער האט געלאָזען דעם באל זיך שווינגען א לאַנגע צייט, און מען האט געקענט מיט די אויגען זעהען וויא דיעזער מין פּאָמפּעדיקעל האט איממער אלץ נייע ליניעס געמאַכט אין דעם זאמד, דיעזער עקספּערימענט האט געמאַכט א גרויסען איינדרוק אויף די פּאַריזער. און מען האָט דעם עקספּערימענט איבערגעמאַכט אין פיעלע אנדערע ערטער און אלץ מיט דעם זעלבען רעזולטאַט.

קאטאלאג
פון דער
אינטערנאַציאָנאַלער ביבליאָטהעק פערלאַג קאָמפּ.

		פרייז.
פיליפ קראַנץ,	קולטור געשיכטע, 3 בענדער, 1000 זייטען, 100 בילדער, שיין געבונ־דען, פרייז יעדער באַנד.........	75 ס.
" "	דיא געשיכטע פון דער גרויסער פראַנצויזישער רעוואָלוציאָן, 3 טהיילען אין איין באַנד, שיין געבונ־דען............................	75 "
" "	יציאת מצרים, מיט איין קארטע פון מצרים.........................	15 "
" "	אַריסטאָטעל, זיין ביאָגראַפיע......	10 "
" "	וואָס הייסט נאַציאָן — זיינען אידען אַ נאַציאָן?............	10 "
י. גארדין,	גאָט, מענש און טייוועל, דראַמע אין 4 אקטען	25 "
" "	וואָלטער, זיין ביאָגראַפיע...........	10 "
דר. קאספע,	מעכאַניקע, נאך סיר אייזאק ניוטאָן	10 "
" "	אַסטראָנאָמיע " " "	15 "
" "	אָנפאַנג פון כעמיע....................	15 "

פרייז.

מ. באראנאוו, דער מענש און די נאטור.........10 „

ל. טאלסטאי, פאַטריאָטיזמוס און רעגירונג, 05 „

„ „ דער איינציגער מיטעל...........05 „

ביידע בראָשורען איבערזעצט פון מ. קאטץ.

מאקסים גארקי, ערציילונגען, איבערזעצט פון ח. אלעקסאנדראָוו........................15 „

ח. אלעקסאנדראוו, טאָלסטאָי, זיין ביאָגראַפיע 10 „

ב. פייגענבוים, רמב״ם, זיין ביאָגראַפיע.............10 „

מ. ווייערניק, רב סעדיה גאון, זיין ביאָגראַפיע...10 „

מ. פרומקין, ר׳ ישראל בעל שם טוב, זיין ביאָגראַפיע............................10 „

צו בעקומען ביי:

International Library Pub. Co.,

23 Duane Street, New York, N. Y.